№ 231 b
BHS V 156

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke
Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: V
B Nr. 156

Thomas Tredgold's
Grundsätze der Dampf-Heizung
und der damit verbundenen
Lüftung
aller Arten von Gebäuden.

Nach
der zweiten englischen Originalausgabe
für Deutschland
bearbeitet
von

M. Otto Bernhard Kühn,
Privatdocenten an der Universität zu Leipzig, und ordentl. Mitgliede der naturforschenden Gesellschaft daselbst.

Mit 10 Kupfern und 6 Tabellen.

Leipzig, 1826.
Baumgärtner'sche Buchhandlung.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Allen

warmen Freunden

vaterländischer Industrie

gewidmet.

Vorrede.

Ich übergebe hiermit dem deutschen Publicum die Uebersetzung eines Buches, welches im Originale in der zweiten Auflage erschienen ist. Die erste Ausgabe war viel unvollständiger, und ich übergehe die Aufzählung der Verbesserungen und Zusätze, welche der Verfasser in einem Vorberichte vorausschickt: genug! er hat es sich angelegen seyn lassen, seine Arbeit, welche von seinen Landsleuten mit Beifall aufgenommen wurde, zu vervollkommnen.

Ich habe mit Vergnügen die Verdeutschung dieses Werkes übernommen, und, so viel mir möglich war, dasselbe für Deutschland bearbeitet. Aus diesem Grunde ließ ich die ausführliche Beschreibung der englischen Kohlen weg, die uns doch zu Nichts hilft, und habe dafür diejenigen deutschen Kohlenarten kurz beschrieben, welche in solchen mächtigen Lagern vorkommen, daß sie mit Vortheil gegraben werden können. Vollständiges konnte ich nicht geben, da mir nur höchst unvollständige Nachrichten zu Gebote standen. Desgleichen schob ich die Braunkohle

ein, welche in Deutschland sehr häufig als Brennmaterial gebraucht wird. Die Fahrenheit'schen Grade habe ich auf die bei uns gebräuchlichen Réaumur'schen reducirt. In der Folge der Kapitel bin ich auch vom Originale abgewichen: das eilfte dort ist mein zehntes, und das zehnte des Originales, welches eigentlich nicht zum abgehandelten Gegenstande gehört, gab ich als Anhang zu. Das zwölfte Kapitel ließ ich ganz weg: es handelt über die Natur der Wärme und des Lichtes, und schien mir in diesem Buche am unrechten Orte zu stehen, weil es durchaus nur etwas Speculatives und nichts Practisches abhandelt. Bei Anwendung der Wärme ist gleichgültig, ob Licht und Wärme identisch seien. Eher hätte ich gewünscht, die Hauptsätze aus der Lehre von der Wärme in dieses Buch übertragen zu dürfen; weil die Theorie in solchen Sachen eine gute und oft erprobte Führerin der Praxis ist, zu neuen Entdeckungen in der Anwendung, und zur Verbesserungen des schon Vorhandenen leitet, und also vom gewöhnlichen Schlendrian abzieht, der das Wie und Warum wenig berücksichtigt. Endlich habe ich viele Tabellen, wie II. III. V. VI., ganz umgearbeitet; die siebente und achte habe ich ganz weggelassen: die erstere, (über die specifische Wärme verschiedener Körper) weil das hier Nöthige Tab. II. beigebracht ist, und die letztere (über die Temperatur, bei welcher vreschiedene Körper schmelzen, rothglühen, erstarren u. s. w.) weil sie nicht nothwendig war.

Es sei mir nun noch erlaubt, meine Arbeit mit ein paar frommen Wünschen zu begleiten. Das vorliegende Werk enthält eine detailirte Beschreibung einer holzersparenden Methode Gebäude zu heizen. Möchte es doch von vorurtheilsfreien und unternehmenden Männern nicht allein eines Blickes, sondern auch einer Durchsicht und eines genauern Durchlesens gewürdigt werden! Die Methode ist keine leere Speculation, sie ist mit dem größten Vortheil ausgeführt worden, wie man aus der Beschreibung des VII. VIII. IX. Kupfers ersieht. Sie erfordert bei Weitem nicht so viel Holz, als die gewöhnliche Methode zu heizen; ist das nicht der Beachtung werth, wo Holzmangel einzubrechen droht? Wird nicht endlich die Noth dazu zwingen, dergleichen Methoden anzuwenden? Hierzu kommt aber noch, daß sie Mittel an die Hand giebt, beinahe die Stückchen Holz zuzuzählen, welche nöthig sind, um eine gegebene Wirkung hervorzubringen. Ist dieß nicht für große Anstalten wichtig, wo jetzt außer der wirklichen ungeheuern Verwüstung von Holz, noch ein oder das andre Klafterchen vom angestellten Calefactor untergeschlagen wird, oder doch werden kann? Und, was eigentlich als Hauptsache anzusehen ist, die hier vorgeschlagene und beschriebene Methode ist für die Gesundheit ungemein zuträglich. Sie verbreitet die angemessenste und angenehmste Wärme gleichmäßig über den größten Raum; wie ist dieß nach der jetzigen Art zu heizen möglich? Erfriert man nicht beinahe auf der einen Seite, wenn man auf der andern anbrennt?

Doch, ich schweige von den vielen andern Vortheilen, die diese Art zu heizen mit sich führt, sage Nichts von der geringern Feuersgefahr, übergehe die Ersparniß an Platz, die man in einem Hause jetzt für Essen und Oefen machen muß, will endlich nicht in Anschlag bringen, daß bei der neuen Heizmethode die vielen verunstaltenden Feueressen wegfallen können — die gute Sache wird von vorurtheilsfreien Männern mit Beifall aufgenommen werden, bei solchen, die das Gegentheil sind, würde auch eine noch so lange Lobrede nichts fruchten — *).

---

*) Daß man über dergleichen Vorschläge gern lese, scheint folgendes Buch zu beweisen:

Meißner, P. T., die Heizung mit erwärmter Luft. Mit 6 Kupfern. Wien 1821.

welches sehr bald (1823) in einer neuen, sehr vermehrten Aufl. mit 20 Kupfern herauskam. Ich bedauere recht sehr, sowohl von dem Buche, als von seinen Wirkungen zu spät das Nöthige erfahren zu haben.

M. Kühn.

Erstes Kapitel.

Allgemeine Betrachtungen über die Vortheile und Nachtheile der verschiedenen Arten, Wärme zu vertheilen.

1. Seitdem die Lehre vom Wärmestoff im Allgemeinen, mit größerer Aufmerksamkeit studirt, und von talentvollen Männern auch für das tägliche Leben nutzbar gemacht worden ist; seit dieser Zeit ist sie ein Feld geworden, was neuen und nützlichen Untersuchungen sehr weit offen steht. Denn man kann bei Vorschlägen und Einrichtungen, wo die Erzeugung von Wärme die Hauptsache ist, versuchen, in gleichem Maaße Sicherheit, Reinlichkeit und Schönheit, mit Oekonomie und Gesundheit zu verbinden.

2. Es wird kaum nöthig seyn zu erinnern, daß in Wohnzimmern eine Temperatur erfordert werde, welche nicht zu warm und nicht zu kalt ist. Eher kann noch ein gewisser Grad Kälte ertragen werden, vorzüglich wenn der Körper in Bewegung ist. Allein eine zu hohe Temperatur, vorzüglich wenn sie lange forgesetzt auf den Körper wirkt, führt sehr bald, erst Abspannung, und dann Schwäche herbei. Dieß sieht man sehr deutlich in manchen Manufacturen, wo jedoch die schädlichen Einflüsse einer solchen Wärme auch aus häufigen Erkältungen erklärt werden können.

3. Ehe wir anfangen, über unsern Gegenstand zu reden, müssen wir kurz anführen, auf welche Weise Wärme mitgetheilt wird. Dieß geschieht entweder durch Berührung oder durch Stralung.

Daß der Wärmestoff wie das Licht ausstralen könne, ist durch Versuche erwiesen. Er breitet sich durch die Atmosphäre und andre luftförmige Körper mit einer ungemein großen Schnelligkeit aus: er geht durch dieselben hindurch, ohne ihre Temperatur zu erhöhen, und bringt erst Wärme hervor, wenn er auf feste Körper stößt. Solche Wärmestoffstralen gehn von der Sonne aus, von jedem Feuer oder einer erwärmten Fläche. Es kann also eine Person in einem Zimmer mit einem gewöhnlichen Ofen recht warm seyn, und doch immer eine verhältnißmäßig viel kühlere Luft einathmen *).

Die Wärme wird aber auch durch Berührung mitgetheilt. So nur können beinahe alle Flüssigkeiten erwärmt werden. Je durchsichtiger eine tropfbare oder gasförmige Flüssigkeit ist, desto weniger kann sie durch stralenden Wärmestoff erwärmt werden **). Ein Zimmer kann also nur auf zwei Arten erwärmt werden, entweder durch Wärmestoffstralen (und dann werden, wie gesagt, mehr die festen Körper erwärmt), oder durch Wärmestoff, der durch Berührung fortgepflanzt wird. Die Luft nämlich, welche mit einem wärmeren Körper in Berührung ist, nimmt einen Theil Wärmestoff auf, dehnt sich dadurch aus und wird leichter, als die unmittelbar darüberliegende Luftschicht; sie erhebt sich also über diese und so entsteht eine wel-

*) Der Nutzen, in einer kühlen Atmosphäre zu athmen, ist größer, als man gewöhnlich glaubt, denn, nach den Versuchen von Crawford, Lavoisier u. a. m., scheint die Verzehrung von Sauerstoff in einer Temperatur von 79° um 1—12 mal geringer als bei 54° zu seyn. Diese Differenz ist größer, als daß man sie der Ausdehnung der Luft zuschreiben dürfte; die hohe Temperatur soll vielmehr die chemischen Veränderungen, welche das Blut in den kleinsten Gefäßen erleiden muß, entgegen seyn. Eine erhöhte Temperatur vermehrt auch die unmerkliche Ausdünstung, und nach den Experimenten von Berger und De Laroche beinahe im geraden Verhältnisse.

**) Die vorzüglichsten Versuche und Untersuchungen über diesen Gegenstand hat Prof. Leslie angestellt.

lenförmige Bewegung in der Luft. Trifft aber eine Partie solcher erwärmter Luft einen festen Körper, welcher kälter oder ein sehr guter Wärmeleiter ist, so setzt jene ihren Wärmestoff an diesen ab. Beide Arten sind bei den gewöhnlichen Heizungsmethoden verbunden.

4. In einem durch erwärmte Luft geheizten Zimmer fühlt eine Person kaum eine Wärme von 28 bis 30°; ob sie gleich bei kaltem Wetter Jedem, welcher aus der freien Luft hineintritt, drückend scheint; es ist hier vorzüglich der Uebergang fühlbar, den man von dem Athmen einer 8 bis 9° warmen Luft zu dem einer 28 bis 30° warmen, macht. Es muß also ein wesentlicher Nutzen seyn, wenn man in ein solches Zimmer tritt, daß man erst durch Vorsäle und Gänge, die alle eine niedrigere Temperatur haben, sich gleichsam vorbereitet; wodurch der Wechsel der Temperaturen graduell und also nicht so schädlich ist. Kommt man aus einer feuchten Atmosphäre, wo die Kleider einen Grad von Feuchtigkeit erlangt haben, in ein Zimmer mit warmer Luft, so empfindet man ein Frösteln. Dieß Gefühl rührt davon her, daß die warme Luft sehr kräftig Feuchtigkeit anzieht. Sie versetzt dieselbe in Dunstgestalt; dazu wird aber eine große Quantität Wärmestoff erfordert, welcher in einen Zustand versetzt wird, worinnen er von den Physikern gebunden oder latent genannt wird. Um einen Cubikfuß Wasserdunst zu bilden, ist so viel Wärmestoff nöthig, daß die Temperatur von 130 Cubikfuß Luft um 10° steigen würde. Die immerwährende Entziehung der Feuchtigkeit vom menschlichen Körper, welche durch warme Luft bewerkstelligt wird, bringt Kopfschmerz, Schwäche und andre Uebel hervor; sättigt man die Luft mit Feuchtigkeit, so hat dieß gar nicht oder nur sehr wenig Statt; aber aus dieser feuchten Wärme würden wieder mancherlei andre Uebel entstehen.

5. Ein durch stralende Wärme geheiztes Zimmer ist in hohem Grade von diesen Nachtheilen befreit, weil

die Luft immer kühler als die sie umgebenden Gegenstände ist, welche ihre Wärme vom Feuer erhalten. Die Wärmestoffstralen erzeugen nicht mehr Dunst von feuchten Körpern, als sie Wärme darbieten können, und erzeugen also keine Kälte, wenn nicht Verwandtschaft zum Wärmestoff und trockne Wärme mitwirken. Die feuchte Kugel eines Thermometers wird in warmer Luft das Quecksilber etwas sinken, dahingegen bei stralender Wärme etwas steigen lassen.

In kalten und dunstigen Gegenden, sagt man, ist die Heizung mit erwärmter Luft mit Vortheil eingeführt worden; aber man muß bedenken, daß daselbst die Witterung nicht sehr veränderlich ist, und daß sie mit einer großen Sorgfalt besorgt werden muß. Die Einwohner kälterer Gegenden haben sie aus Noth (?) eingeführt, um Feuermaterial zu ersparen.

Eine Person wird jedoch bei stralender Wärme immer ungleich erwärmt, und wenn die Einführung von kalter Luft nicht sehr vorsichtig abgehalten ist, so kann man buchstäblich auf der einen Seite verbrennen und auf der andern erfrieren. Aber in den gewöhnlichen Fällen ist die Ungleichheit der Temperatur gerade so groß, daß man sich eine angenehme Wärme aussuchen kann. Uebertrieben ist es auf alle Fälle, wenn man eine vollkommen gleiche, wohlthuende Wärme sich verschaffen will *). In der Natur ist es nicht so. Die Sonne wärmt uns durch Stralung, und folglich ungleich; wir fühlen ihre Wärme weder drückend noch

*) Die Meinung, daß eine ganz gleiche Wärme wünschenswerth sey, spricht Hr. Sylvester in Quarterly Journ. of Sc. Vol. XI. p. 231. aus; aber er vergißt, daß erwärmte, folglich ausgedehnte Luft das Athmen schwerer machen muß, um in einer gegebenen Zeit die nämliche Quantität Sauerstoff zu erlangen, ohne einen andern Nutzen darzubieten. Denn ein gegebenes Maas von erwärmter Luft muß immer weniger Sauerstoff enthalten, als dasselbe Maas kalter Luft, und hängt das Leben vom Einathmen des Sauerstoffgases ab, so sieht man leicht, welche Luft zum Athmen vorzuziehen sey.

unangenehm, bis die Luft warm wird, und wenn man eine Ungemächlichkeit in der Ungleichheit der Temperatur sucht, so müssen wir gestehen, daß wir dergleichen niemals beim Sonnenschein empfunden haben; eine erfrischende Kühle der Luft und die Wärme der Sonnenstralen bringen vereint sehr angenehme Empfindungen hervor. Die Pflanzen werden auf gleiche Weise einer ungleichen Temperatur ausgesetzt; und da, wo man sie mit Glück zieht und pflanzt, hat man gefunden, daß eine gleichförmige Wärme, künstlich angebracht, nichts nütze. Nachahmung der Natur ist immer bei der Behandlung der Pflanzen mit genugsamen Nutzen in Anwendung gebracht worden. (Vergl. Cap. IX., wo von diesem Gegenstande vollständig die Rede seyn wird).

Aber das Heizen mit stralender Wärme kann nur in einem kleinen Maasstabe angewandt werden, wenn es nicht mit andern Methoden in Verbindung gebracht wird, denn es möchte uns bey ihr allein eine hinlänglich starke Quelle für die Wärme fehlen, da sich die Wärme im Quadrat mit der Entfernung vom Wärmeströmenden Körper vermindert. Feuer können wir manchmal nicht ohne große Umstände, bisweilen nicht ohne Rauch und Gestank anwenden. Und wenn die Hitze, um auch für gewisse Entfernungen auszureichen, sehr stark seyn muß, sogar auch nicht eingeschlossen seyn darf, so ist es manchmal gefährlich, auf diese Weise Wärme erhalten zu wollen. Auch hat man hier mit Rauch und mit Schmutz zu kämpfen, die beinahe unzertrennlich von dieser Methode sind.

Stralende Wärme ist auch nicht geeignet, einen weiten horizontalliegenden Raum zu erwärmen. Wir müssen uns also nach andern Methoden umsehen.

6. Wo man keine stralende Wärme anwenden kann, da scheint kein andres Mittel mit Vortheil sich zu schicken, als die Wärme mittelst der Luft auszutheilen; aber dazu giebt es verschiedene Mittel und Wege. Die gewöhnlichsten sind, die Luft an Ort und Stelle

zu erwärmen; oder die an einem abgesonderten Ort erwärmte Luft hinzuleiten *).

Die Verbindung beider Wege giebt jedoch ein besseres Resultat, als einer von denselben allein, weil, wenn die erwärmte Luft bis zu einer Temperatur gekommen ist, welche weit über der im bestimmten Raume erforderlichen liegt, dieselbe viel von ihrer Frische verliert, und erschlaffend wird. Nun können wir wirklich einen Raum durch, in einem andern Raume, erwärmte Luft heizen, ohne die Temperatur zu so einem Grade steigen zu lassen, um etwa den Verlust an Wärme in dem zu erwärmenden Raume zu ersetzen. Freylich wird die erhöhte Temperatur im erstem Raume verschieden seyn müssen nach der Natur des zweiten Raumes, und der Quantität der in einer gegebenen Zeit einzuführenden Luft. Aber ich habe in einigen Fällen, wo ich die Temperatur untersuchte, gefunden, daß sie nur zwischen 45 und 60° schwankte.

Wir haben nun noch die Methoden zu betrachten, wo die Wärme durch Flächen, welche bis zu einem gewissen Punkte erwärmt sind, mitgetheilt wird.

7. Dampf ist ein Vehikel, die Wärme auszutheilen; er kann bei niedrigem Drucke einer Fläche, auf welche er trifft, keine höhere Wärme mittheilen, als die des kochenden Wassers, oder von 80°; und ist diese Fläche von gehörigem Material, so übt er keine merkbare Wirkung auf die Luft aus, kann mit der größten Leichtigkeit in alle Theile eines Gebäudes geführt werden, und bringt durchaus keine Gefahr **).

---

*) Der Ort, wo die Luft erwärmt wird, muß immer tiefer liegen, als der, welcher erwärmt werden soll.

**) William Cook hat zuerst 1745 die Idee gehabt, den Dampf zum Heizen anzuwenden. Es sind nachher verschiedene Patente für verschiedene Methoden genommen worden. Das erste erhielt John Hoyle in Halifax 1791. Er führte den Dampf durch Röhren in, rundum oder über den zu erwärmenden Platz; der Dampf stieg zuerst bis an den höchsten Punkt, und indem er

Heißes Wasser kann in einigen Fällen auch zum Fortführen der Wärme gebraucht werden, aber in diesen einzelnen Fällen mit nicht größerem Vortheil, als Dunst *). In allen solchen Einrichtungen wird doch am Ende der Dampf die Wärme erzeugen; denn eine solche starke Wärme, welche das Wasser durch Veränderung der Dichtigkeit desselben durch die Röhren zu treiben vermöchte, würde es auch in Dampf verwandeln. Dieß liegt am Tage.

Verbinden wir aber beide Methoden, so haben wir eine bessere und ökonomischere Art die Wärme zu vertheilen, als wenn wir den Dampf allein nur anwenden. Knight hat eine solche Verbindung vorgeschlagen.

8. Die Luft kann auch ein Mittel abgeben, die Wärme zu verbreiten, wenn die Oberfläche, von welcher sie ihre Wärme nimmt, überall nur bis zu einem bestimmten Punkt erwärmt wird. Dieß ist der Grundsatz des Ofens, welchen Strutt 1792 angenommen hat, um seine Fabrikhäuser zu heizen, und welche nach-

---

von hier aus langsam niederstieg, wurde er zu Wasser verdichtet, welches endlich in einer Cisterne sich sammelte; der Zufluß von Wasser zum Kocher wurde durch einen Kugelhahn regulirt. Diese Weise unterschied sich kaum von Cooks 46 Jahr früher angegebenen Methode. 1793 bekam Jos. Green ein Patent über eine andre Art; er ließ nämlich frische Luft durch eine Röhre hindurchstreichen, welche von heißem Wasser oder Dampf umgeben war; auf diese Weise wurde zugleich die Reinheit der Luft erhalten. Green ging also von Cooks Idee sehr ab, versprach aber auch zuviel. Denn wer es unternimmt, eine große Reihe von Zimmern mit spärlichem Küchenfeuer zu erwärmen, der wird sich in seiner Hoffnung sehr täuschen; weil Mittel und Zweck durchaus in keinem Verhältnisse stehen: wer aber die Sache mit weniger Prätension betrachtet, der wird den Dampf sehr nützlich finden, um mit Ersparniß Wärme in einem Raume zu verbreiten.

*) R. Weston hat vorgeschlagen, Stuben und Gewächshäuser mit heißem Wasser zu heizen, und Bosc erwähnt eines Versuches im Jardin du Museum ein Treibhaus auf die nämliche Weise zu erwärmen.

her im allgemeinen Krankenhause zu Derbishire in Anwendung gekommen ist. Gewiß ist Strutts Ofen eine einfache und schöne Ausführung des Planes, die ganze Wirkung des Feuermaterials zu erhalten, aber in weniger geschickten Händen wird er in Hinsicht auf Ersparniß die Hoffnung betrogen haben; denn die Gebäude müssen gleich vom Anfange dazu eingerichtet werden, sonst hat die Einrichtung eine verdrüßliche Masse, für welche man schwierig einen Platz findet, und welche eben keine Zierde und bey weitem nicht den Nutzen schafft. Der Feuerplatz muß beträchtlich tief unter dem zu erwärmenden Raume angebracht werden; und wo möglich unter ihm seyn; die Luft muß in einem besondern Raume erwärmt werden, welches einen Verlust an Wärmestoff herbeiführt, ohne daß doch der zu erwärmende Raum gehörige frische Luft erhält. (Vergl. Cap. IV.)

Die Erfahrung, daß man Luft, welche mit Körpern, die über 80° erhitzt sind, in Berührung war, nicht ertragen kann, unterdrückt eine Menge von Erfindungen in Hinsicht der Oefen, welche zu prüfen hier zu viel Zeit rauben würde. Der Feuerplatz wird im Allgemeinen aus Materialien aufgeführt, welche die Hitze sehr gut leiten; dadurch wird aber das Feuermaterial so schnell seiner Hitze beraubt, daß die Verbrennung nicht vollkommen ist, und auf diese Weise ein großer Verlust entsteht.

9. Aber es giebt noch eine andre Art die Wärme zu vertheilen, mit dem Vortheile, daß man die Luft nicht mit Flächen in Berührung kommen läßt, welche über 80° erhitzt sind. Die verbrennende Materie ist von einer sehr dicken, gewöhnlich sehr schlecht leitenden Masse umgeben, wie von Ziegelsteinen; ob dieß aus Grundsatz oder aus Gewohnheit geschieht, ist schwer zu bestimmen. Die Ausdehnung, bis zu welcher diese Methode gebracht werden kann, ist sehr beschränkt; aber wenn die Materialien untadelig wären, könnte es vielleicht die beste und einfachste Art, die Luft in

einem kleinen Maasstabe zu erwärmen, abgeben. Gemeine Ziegelsteine sind nicht schicklich, weil sie schwefelige Theile enthalten, welche sich in einer niedrigen Temperatur sublimiren; auch springen oft die Fugen zwischen denselben, ja sie selbst, und durch die so entstandenen Risse, dringt dann der Rauch und Kohlendampf mit der erwärmten Luft hindurch. Bei solchen Oefen erkennt man jedoch dergleichen Verunreinigung der Luft an einem eigenthümlichen Geruche.

Es würde nicht schwer seyn, dieser Unannehmlichkeit abzuhelfen. Denn wenn man ein Gehäuse von Eisen anbrächte, so daß es durch ungleiche Ausdehnung nicht litte, vollkommen luftdicht wäre, und mit einer Fütterung von Backsteinen in der Dicke und Ausdehnung versähe, daß auf diese Weise das Eisen nur bis zu einer Temperatur von 80° gelangen könnte; so würde dieß einen guten Ofen abgeben.

Die verschiedenen Formen der sogenannten Schwedischen Oefen sind alle nach diesem Grundsatze gebaut; ein Kasten von glasirten Ziegeln (Kacheln) wird statt des von Eisen und mit Thon gefütterten gebraucht. Guyton Morveau, welcher in Hinsicht der Einführung solcher Ofen in Frankreich eine Untersuchung davon giebt, weicht weit von den eigentlichen schwedischen Oefen ab, indem er die Luft zum Theil von den eisernen Platten erhitzen läßt, mit welchen das Brennmaterial in Berührung ist; und man kann folglich denselben eben die Vorwürfe machen wie den deutschen Oefen, daß sie oft einen brenzlichen Geruch verbreiten oder die Luft verbrennen.

10. Wir haben nun die Methoden betrachtet, welche man angewandt hat, oder anwenden kann, Wärme zu verbreiten; und vergleicht man sie allesammt, so wird man finden, daß der Dampf alle Vortheile am besten verbindet, und am besten im beträchtlichen Maasstabe angewandt werden kann. Brande findet diese Heizung sicher, und ökonomisch, und Dr. Ure bemerkt das Nämliche in Hinsicht der

Gesundheit. Vorzüglich nützlich hat man den Dampf in Gewächshäusern gefunden: man ist hier im Stande nach Gefallen das Haus mit Dampf zu füllen, und so den Thau in der Natur nachzuahmen. Neill und andre große Gartenbauverständige geben die besten Zeugnisse für diese Einrichtung. So haben die Herrn Loddiges zu Hackney den Dampf zu diesem Zwecke in einem sehr großen Maasstabe schon seit 6 Jahren mit dem größten Nutzen in Anwendung gebracht. In ihrem großen Gewächshause, das 100 Fuß lang, 60 tief und 40 hoch ist, gedeihen die prächtigsten tropischen Pflanzen und wachsen zu ihrer natürlichen Größe.

11. Man behauptet gewöhnlich, daß Dampfheizung sparsamer sey, als die Heizung mit gewöhnlichen Rauchfängen; ich weiß nicht, wie die Vergleichung zwischen beyden angestellt worden ist, aber das muß ein Neuling in der Wissenschaft seyn, welcher unter übrigens gleichen Umständen nicht gleiche Wirkung hervorbringen könnte*). Man weiß, daß bei schlechter Anlage der Oefen leicht so viel Wärme verloren gehen kann, daß nicht die Hälfte der ganzen erzeugten Menge Wärme für den bestimmten Platz verwendet wird, und daß, sammlet man Fälle zur Vergleichung, man leicht sehen wird, welches die beste Methode in Hinsicht auf Ersparniß sey. Es ist eine verächtliche Maasregel von Marktschreiern, für alle Fälle nur ein Mittel zu haben: der Mann von Kenntniß weiß die beste Methode für jeden einzelnen Fall auszusuchen, um die verlangte Wirkung hervorzubringen.

Seit der Erfindung der Dampfmaschine ist die Einrichtung der Kocher und ihrer Feuerstätten ein wichtiger Gegenstand geworden, welchen man mit größerer Allgemeinheit und größerem Fleiße untersucht hat, als

*) Atkinson hat einige Versuche darüber angestellt, und deren Resultate mir mitgetheilt. Mit meinen Berechnungen über den Dampf verglichen, finde ich den Unterschied sehr gering. Freilich gehören seine Oefen und Feuerstätten zu den vorzüglichsten.

die Einrichtung von Oefen und Rauchfängen; diese Untersuchungen können nun auch mit großem Nutzen für unsern Gegenstand verwandt werden.

Ein bedeutender Vortheil der Heizung mit Dampf, wodurch sie sich vor allen andern Methoden auszeichnet, ist der, daß man die Wärme in einer sehr großen Entfernung vom Kocher, nach jeder Richtung hin, austheilen kann: wir können ihn auf- und absteigen, ganz horizontal hingehen lassen, alles mit gleicher Leichtigkeit; der Verlust an Wärme, welcher entsteht, wenn der Dampf an einen entfernten Punkt geleitet wird, ist unbedeutend: ein einziges Feuer ist für eine sehr große Einrichtung hinreichend, und dieß einzige Feuer kann dahin verlegt werden, wo der Feuerheerd und der Rauch einer Esse am allerwenigsten incommodirt, oder zur äußern Schönheit eben nichts beiträgt (dieß ist vorzüglich wichtig für den Gartenbau, aber auch für die Baukunst, denn eine große Anzahl von Feueressen hat nichts Schönes). Der Raum vom Kocher bis zum entferntesten Ende der Anlage beträgt bei Loddiges ohngefähr 800 Fuß und scheint noch weiter geführt werden zu können. So können also Manufacturen und andre große Anlagen sehr bequem geheizt werden, ohne mehr als eine Feuerstätte zu bedürfen. (S. Taf. IX.)

Aber wo nur Dampf zum Heizen angewandt werden soll, da muß über die Einrichtung ein tüchtiger Mann gesetzt seyn. Denn so wie sie in solchen Händen vollkommen sicher und sparsam ist, so ist sie für gemeine Leute doch zu sehr zusammengesetzt; der Apparat muß immer in Ordnung gehalten werden, was keine große Mühe macht, aber durchaus nicht vernachlässigt werden darf. Auch muß das Feuer öfterer mit Material versehen werden, als auf gewöhnlichen Feuerheerden.

12. Die Art und Weise durch Züge (flues) die Wärme zu verbreiten, giebt nach der verschiedenen Einrichtung verschiedene Resultate. Die beste, die ich ge-

sehen habe, ist die, welche unter der Direction des Herrn Atkinson steht; sie thut sehr gute Wirkung und ist durch Nettigkeit und schöne Arbeit ausgezeichnet. Eine solche Einrichtung erfordert viel Aufsicht, um durch die Züge eine gleichförmige Temperatur durch das Haus zu verbreiten. Das Brennmaterial muß sorgfältig gesammelt, und alle Vorsicht angewendet werden, um vom Feuerheerde keinen Rauch und Dampf entschlüpfen zu lassen. Sobald der Rauch vom Feuer so weit abgekommen ist, daß seine Temperatur bis unter 80° gesunken ist, werden eiserne Röhren mit Vortheil in Gebrauch gezogen, um so viel als möglich alle Wärme zu gewinnen. Ein hohes Kamin bringt ebenfalls einen Unterschied in den Wirkungen hervor; weil ein starker Zug nöthig ist, um den Rauch durch so lange horizontal gelegte Züge circuliren zu lassen. Ist das Kamin niedrig, so ist das einzige Mittel, um den gehörigen Zug hervorzubringen, den Rauch stärker zu erhitzen. (Vergl d. 5. Cap.)

Zweites Kapitel.

Ueber Feuermaterial, und seine Kraft Wärme, Dampf u. s. w. zu erzeugen.

13. Der erste Vortheil, welchen man in der Kunst die Wärme anzuwenden, erringt, ist vielleicht der, wenn man die Natur der Substanzen studirt, welche man gewöhnlich zur Erzeugung der Wärme benutzt, und wenn man sich bemüht, die Quantität Wärme, welche jedes Feuermaterial zu geben vermag, zu erfahren. Diese Untersuchungen werden uns lehren, die größtmöglichste Wirkung zu erhalten, und schützen uns vor den wilden Speculationen, in welche sich Manche einlassen.

Wir können die Natur und Wirkung des Feuermaterials betrachten im natürlichen oder auch im vorbe-

reiteten Zustande. Im ersten befinden sich Steinkohlen, Braunkohlen, Holz, Torf u. s. w., im letztern die Coks, Holzkohlen, Kohlenthon u. s. w.

14. Wenn eine starke Hitze entweder in kurzer Zeit hervorzubringen oder mit großer Stärke zu erhalten ist, so ist es immer nothwendig, das Feuermaterial, wie es die Natur liefert, zu gebrauchen. Aber eine regelmäßige Wärme läßt sich viel leichter mit viel weniger Aufmerksamkeit durch präparirte Materialien erhalten, und mit mehr Ersparniß. Man kann also leicht bestimmen, welches hier zu gebrauchen sey. In einem Dampfapparate soll das Wasser im Kocher so schnell als möglich bis zum Siedepunkte gebracht werden; aber ist dieß geschehen, so wird es am ökonomischsten seyn, die nöthige Wärme durch ein langsamverbrennendes Material zu erzeugen. Zu diesem Zwecke werden mit dem größten Vortheil die Coks oder abgeschwefelten Steinkohlen benutzt, oder eine Mischung von rohen und abgeschwefelten Steinkohlen. Nur ist dieses Material nicht überall zu haben oder nicht wohlfeil genug.

15. Jeder Stoff, welcher zum Feuern verbraucht werden soll, sollte im möglichst trockensten Zustand versetzt werden; weil sonst ein großer Theil von Wärme, welcher entwickelt wird, zur Verwandlung des Wassers in Dampf aufgeht; dieser Theil geht also durch die Esse verloren. Der Graf Rumford, glaub' ich, war der erste, der auf diesen Verlust von Wärme aufmerksam machte, und dabey ist nicht einmal der Schaden angerechnet worden, welchen der Dampf in eingeschlossenen Feuerstätten anrichtet.

16. Um die Wirkungen der verschiedenen Feuermaterialien zu vergleichen, und ein gewisses Maas zu bekommen, habe ich mich einer eigenen Methode bedient; ich untersuche nämlich, wie viel davon nach dem Gewichte nöthig ist, um einen Cubikfuß Wasser um einen Grad des Thermometers wärmer zu machen. Die Menge des verbrauchten Materials wird mit 80° multiplicirt, und die erhaltene Zahl ist die Menge des Ma-

terials, welche nöthig wäre, um einen Cubikfuß eiskaltes Wasser bis zum Siedepunkte zu erhitzen.

17. Oder man nimmt die Differenz zwischen 80° und der gegenwärtigen Temperatur des Wassers, wie es im Kocher ist, und multiplicirt damit die Quantität des Feuermaterials, welche einen Cubikfuß Wasser um einen Grad erwärmt. Man bekommt dadurch die Menge Material, welche das Wasser zum Kochen bringen würde. Z. B. Das Wasser im Kocher hätte eine Temperatur von 10°, so wäre die Differenz 70°, und es würden nur $\frac{7}{8}$ der Quantität erfordert werden, welche eiskaltes Wasser zum Kochen brächte.

18. Auch die Menge des Materials, welches einen Cubikfuß kochendes Wasser in Dampf verwandelt, kann man finden, wenn man die latente Wärme des Dampfes mit der Quantität Feuermaterials, welches einen Cubikfuß Wasser um 1° erwärmen kann, multiplicirt. Dr. Ure hat die latente Wärme des Dampfes nach genauen Versuchen = 430° (967° F.) gefunden.

Will man die ganze Quantität des Feuermaterials wissen, welche Wasser von mittlerer Temperatur oder 10° in Dampf verwandeln kann, so addirt man 70 zu 430 = 500, und multiplicirt dieses mit der Menge Materials, welche 1 Cubikfuß Wasser um 1° erwärmen kann. Das Product ist die verlangte Zahl. Da nun 70 in 500 7mal enthalten ist, so wird man 7mal mehr Material brauchen, um eine gegebene Quantität Wasser in Dampf zu verwandeln, als man braucht, um dieselbe Menge Wasser von mittlerer Temperatur zum Kochen zu bringen.

19. Gewöhnlich bestimmt man die Macht eines Materials, Wärme zu entwickeln, nach der Anzahl von Pfunden Eis, welche es beim Verbrennen schmelzen kann; und wird der Versuch accurat angestellt, so giebt er genauere Resultate als jede andre Methode, die Wärmeentwickelungsfähigkeit zu bestimmen. Nun sind $62\frac{1}{2}$ Pf. Eis gleich 1 Cubikfuß Wasser, und nach Black's Versuchen ist die latente Wärme des Wassers

= 140°; folglich ist 140 mal mehr Feuermaterial nöthig, um 1 Pf. Eis zu schmelzen, als 1 Cubikfuß Wasser um 1° zu erwärmen.

20. Ist die Wärme bekannt, welche nöthig ist, um die Temperatur von 1 Cubikfuß Wasser zu erhöhen, so kann man leicht auch kennen lernen, wie viel nöthig ist, um ein gleiches Maas eines andern Körpers um einen Grad zu erwärmen, wenn nur die specifische Wärme des Körpers bekannt ist. Ein oder zwei Exempel werden die Sache erläutern.

Man wollte wissen, wie viel Material erfordert würde, um 1 Cubikfuß Luft um 1° zu erwärmen; wenn die spec. Wärme des Wassers = 1 gesetzt wird, so ist die der Luft = 0,00035 oder $\frac{1}{2850}$ (Siehe unten Tabelle II.); die Quantität Material, welche 1 Cubikfuß Wasser um 1° erwärmt, wird mit 0,00035 multiplicirt, und man hat das Verlangte; die 20 fache Quantität des Feuermaterials wird die Temperatur um 20° erhöhen, die 30 fache Menge um 30° und so weiter.

21. Eisen hat eine spec. Wärme = 0,95; dieß multiplicirt mit der Menge Material, welche 1 Cubikfuß Wasser um 1° erwärmt, giebt die Menge Material, welche 1 Cubikfuß Eisen um 1° erwärmen wird.

Steinkohlen.

22. Es giebt eine ziemliche Verschiedenheit unter den Steinkohlen, welche troß ihres Verbrauchs entweder noch nicht genug bekannt, oder noch nicht genau genug beschrieben sind. In neuern Zeiten hat man sich mehr um ihre Untersuchung bekümmert, aber nur in Hinsicht auf die Erzeugung des Kohlengases; und die Thatsachen, welche aus diesen Untersuchnngen sich ergeben haben, sind für ihre Anwendung als Brennmaterial eben nicht sehr ergiebig.

23. Was die Kenntniß der Kohlen in Deutschland betrifft, so ist in dieser Hinsicht noch weniger bekannt worden, als von den Kohlen in England. Das Wich-

tigste jedoch in Hinsicht ihrer Naturgeschichte will ich beizubringen suchen.

Die in Deutschland am weitesten ausgebreitete Kohlenart ist die Schieferkohle, welche mit der englischen gewöhnlichen Steinkohle übereinzukommen scheint. Sie zeigt im Großen schieferiges, im Kleinen mehr oder weniger deutlich blättriges Gefüge. Ihr Bruch ist uneben bis unvollkommen muschlig; sie besitzt Fettglanz, und ihre Farbe schwankt zwischen Graulich- und Sammetschwarz. Ihr spec. Gewicht = 1,27 bis 1,37. Sie entzündet sich langsam, zerspringt dabei oft in Stücken, welche bei stärkerer Erhitzung wieder zusammenbacken, brennt aber lange und hinterläßt eine Schlacke. Sie findet sich in mächtigen, weitverbreiteten Flötzen in Sachsen in der Gegend von Dresden, in Böhmen bei Horzowiz, in Schlesien bei Waldenburg, Sabrze, Bielschowiz, in Baiern bey Peissenberg, Traugau, Achelsbach, Puchberg, im Würtembergschen bei Geildorf, Mittelbronn, Hirnlingen, im Elsaß, in der Schweiz, Tyrol, Ungarn u. s. w. Sie giebt eine starke Hitze, muß aber oft angeschürt werden, und enthält 1 — 6 pC. erdige Theile. Diejenige englische Kohle, welche mit dieser am meisten übereinstimmt, die Caking coal, gab so viel Wärme, daß ein Cubikfuß Wasser von mittlerer Temperatur durch 1,2 Pf. zum Kochen kommen, und durch 7,9 bis 8,4 Pf. bey mittlerm Drucke der Luft in Dampf verwandelt werden konnte.

14. Dieser folgt die Pechkohle; sie hat manchmal Holzgestalt und Textur, großmuschligen Bruch, starken Fettglanz, und ihre Farbe ist bald sammet-, bald pechschwarz. Das spec. Gewicht ist wie bei der Schieferkohle, bisweilen etwas schweerer. Sie entzündet sich rascher, verbrennt, ohne zu zerfließen, ziemlich rasch, verbreitet dabey einen scharfen Geruch und hinterläßt eine rothe Asche, welche ohngefähr 10 pC. beträgt. Sie findet sich im Würtembergischen bei Einsiedel, Weil am Schönbach, Altenrieth bei Boten-

hausen, Dankendorf u. a. m.; im Baierschen bei Hirschau, Spensberg, Miesbach, Irsenberg; im Hessischen, in der Schweiz und in Ungarn u. a. O. Sie bröckelt sehr, und theils um den sehr häufigen Abfall zu benutzen, theils um das zu geschwinde Verbrennen zu vermindern, knetet man den Abfall in einem schicklichen Verhältnisse mit Thon zusammen, und läßt die Masse, der man eine beliebige Form (in England die Kugelform) giebt, trocknen. Sie macht so eine recht gute Zuthat zu andern Brennmaterial aus.

25. Eine andre deutsche Steinkohle ist die Grobkohle. Es ist eine Art Schieferkohle, und unterscheidet sich von dieser nur durch den unebenen, grobkörnigen Bruch und durch größeres spec. Gewicht, welches = 1,45 bis 1,60. Sie kommt im plauischen Grunde bei Dresden, bei Neustadt am Hohensteine im Harz, bei Amberg und Miesbach in Baiern vor.

Die Kohlen-Lösche oder Rußkohle findet sich auch in großen Lagern in Deutschland mit Schieferkohle (bei Ilmenau und Bamberg). Sie ist zerreiblich, kommt oft nur in staubartigen, locker verbundenen Theilen vor, wo sie aber derb ist, ist der Bruch feinkörnig bis erdig. Die Farbe ist dunkel eisenschwarz und ein matter Glanz kommt erst durch den Strich zum Vorschein.

Welche von diesen Steinkohlen die beste sey, das kann ich nicht beurtheilen; hier kann beinahe nur der directe Versuch entscheiden. Doch will ich dem deutschen Leser das nicht entziehen, was der englische Verfasser anführt, um nach einer chemischen Untersuchung die Brauchbarkeit einer Steinkohle zu beurtheilen. Ich für meine Person kann daran nicht glauben.

26. Ich berufe mich auf Thomson's Ausspruch, welcher bemerkt: „Meine, wenn auch unvollkommenen, Versuche über die Zusammensetzung der Kohlen, können doch dazu dienen, den Manufacturisten in der Wahl der Kohlen, nach den verschiedenen Absichten, wozu er sie braucht, zu leiten. Die Güte der Kohlen hängt

nämlich nicht sowohl von dem Gehalte an Kohlenstoff ab, als vielmehr von dem Verhältnisse, in welchem sich in derselben Wasserstoff und Kohlenstoff vorfinden. Will man eine anhaltende und starke Hitze anwenden, oder will man Coks erhalten, so muß man Kohlen wählen, welche die möglichst kleinste Menge Wasserstoff enthalten, und die möglichst größte Menge Kohlenstoff. Will man aber Lichtgas haben, so muß man die Art Kohlen sich verschaffen, welche die größtmöglichste Menge Wasserstoff enthalten."

Man kann noch bemerken, daß, da der Stickstoff unverbrennlich ist, und sehr viel Wärme verlangt, um in Gasgestalt überzugehen, die Wirkung des Brennmaterial um so größer seyn wird, je weniger es Stickstoff enthält.

Enthält ein Brennmaterial Sauerstoff, so wird dieser so viel Wärmestoff binden, um Gasgestalt annehmen zu können; oft jedoch (oder immer) geht er Verbindungen ein, wo sein Wärmestoff wieder frei wird. Ein gutes Brennmaterial sollte also weder Sauerstoff noch Stickstoff enthalten.

Ein Brennmaterial, welches Wasserstoff enthält, muß einen großen Theil seiner Wirkung verlieren, wenn der Wasserstoff in Gasform entweicht; denn die latente Wärme des Wasserstoffgases ist größer, als die jedes andern Gases. Wird das Gas verzehrt, so kann ½ der Wärme erhalten werden, angenommen, das Product entwiche als Dampf; aber dieser Dampf muß noch condensirt werden, und zwar so, daß Nichts von seiner Wirkung verloren geht *). Wo man ein Feuermaterial

*) Wenn die latente Wärme für jedes Gas mit Genauigkeit bestimmt wäre, so könnte man die Wirkung eines jeden Brennmaterials mit mehr Gewißheit vorher bestimmen. Man kann leicht begreifen, daß die größte Wärme durch die Verbrennung eines Körpers in seinem gasförmigen Zustande erzeugt werde. Sir H. Davy hat einige Versuche darüber angestellt. Die Wirkung wurde durch die Menge von Wärme gemessen, welche

hat, welches nur wenig Wasserstoff enthält, so ist es am besten, man überläßt die Verzehrung des Wasserstoffes dem Zufalle, wenigstens in so weit, als man keinen besondern Apparat dazu anzulegen braucht. Und im Ganzen ist es klar, daß rohe Steinkohlen selten eine stärkere Wirkung hervorbringen werden, als die aus ihnen bereiteten Coks; nur wird das Lichtgas, welches sich aus den rohen Steinkohlen entwickelt, dem Rauche eine größere Leichtigkeit geben, und so einen stärkeren Zug bewirken; zugleich ist auch die Flamme größer, und wenn diese nach der zu erhitzenden Oberfläche hingeleitet wird, so kann man die Wirkung des Brennstoffes in kürzerer Zeit erhalten. Das Wasser steht, wie schon oben bemerkt worden ist, der Wirkung etwas entgegen.

Braunkohlen.

Sie finden sich fast durch ganz Deutschland ausgebreitet, und werden sehr häufig als Brennmaterial benutzt. Sie verbreiten einen sehr unangenehmen, bituminösen Geruch, und rauchen stark. Ueber die Bestimmung ihrer Kraft Wärme zu geben, sind mir keine Versuche bekannt.

Holz.

27. Die Kraft des Holzes, beim Verbrennen Wärme zu erzeugen, hängt sehr vom Zustande der Trockenheit ab. Das beweisen die Versuche des Gra-

---

einer Quantität Olivenöl in einer gegebenen Zeit mitgetheilt wurde. Das Oel war bis zu 80° vorher erhitzt worden, um alles Wasser zu verjagen, welches durch die Bindung von Wärme einen Fehler hätte herbeiführen können.

Oelbildendes Gas erhob die Temp. des Oeles um							58°
Wasserstoff	=	=	=	=	=	=	26°
Schwefelwasserstoff	=	=	=	=	=	=	20°
Kohlenwasserstoff	=	=	=	=	=	=	14°
Kohlenstoffoxyd	=	=	=	=	=	=	6°

fen Rumford in einem hohen Grade. Grünes Holz enthält etwa ein Drittel seines Gewichts Wasser; daraus kann nun der Verlust an Wärme nach den oben angegebenen Grundsätzen berechnet werden. Auch ist ein Unterschied nach den verschiedenen Holzarten. (Vergl. die Tabelle weiter unten).

Zum Holzverbrennen braucht man immer eine geräumigere Feuerstätte; will man aber ein rasches Feuer haben, so muß das Holz in sehr kleine Stückchen zerschnitten werden.

Der Graf Rumford brachte in seinen gut eingerichteten Kesseln 20 Pf. eiskaltes Wasser mit 1 Pf. trocknen Fichtenholzes zum Kochen. Ein Cubikfuß Wasser wird also durch 0,0172 Pf. um 1 Grad erwärmt, 3,1 Pf. werden also 1 Cubikfuß eiskaltes Wasser und 2,75 Pf. 1 Cubikf. Wasser non mittlerer Temperatur zum Kochen bringen, und 19,25 Pf. trocknes Fichtenholz sind erforderlich, um 1 Cubikf. Wasser von mittlerer Temperatur in Dampf zu verwandeln. Die nämliche Masse grünes Fichtenholz wird um $\frac{1}{7}$ weniger Wirkung thun. Ein Cubikfuß trocknes Fichtenholz wiegt ohngefähr 34 Pfund.

Nach verschiedenen Experimenten, welche Hassenfratz mit verschiedenen Holzarten angestellt hat, ist das Mittel, daß 1 Pf. Holz 40 Pf. Eis schmilzt. Er untersuchte 28 Proben von grünem und trocknem Holze; das geringste Resultat war 32 Pf. Eis, das größte 49 Pf., was 1 Pf. Holz geschmolzen hatte. Aber ich kann diese Versuche nicht gut heißen; weil hier eine größere Menge Wärme zur Schmelzung des Eises verwendet worden ist, als auf einen Kocher wirken kann, oder weil die Wirkung des Holzes auch durch andre Umstände unterstützt worden ist. Solche Versuche kann man höchstens gebrauchen, um die Holzarten untereinander zu vergleichen, oder zu zeigen, wie viel Wärmestoff bei der gewöhnlichen Weise zu kochen verloren gehn.

28. Die folgende Tabelle enthält die Resultate der

verschiedenen vom Grafen Rumford angestellten Experimente über die während der Verbrennung verschiedener Holzarten entwickelte Wärme. Ich habe zwei Columnen hinzugefügt, um ihre Wirkung, das Wasser zum Kochen zu bringen und es zu verdampfen, zu zeigen, und habe bei dieser Berechnung angenommen, daß bei diesen Operationen nur die Hälfte der Wärme wirksam sey, als welche Eis schmilzt.

Holzarten.	Zustand der Trockenheit.	Pf. Holz, welche 62,5 Pfund Eis zu schmelzen vermochten.	Pf. Holz, welche 1 Cb. Fß. Wasser von mittl. Temp. zum Kochen brachten.	Pf. Holz, welche 1 Cb. Fß. Wasser von mittlerer Temp. in Dampf verwandeln
Linde	Auf dem Ofen getrocknet.	1,18	2,70	19,4
Masholder . .	Verarbeitetes Holz, auf einem Ofen getrocknet	1,30	3,00	21,4
Vogelbeerbaum . . .	ditto ditto	1,31	3,00	21,5
Linde	Trocknes Holz der Tischler, 4 Jahr alt	1,35	3,10	22,0
Weiße Pappel	ebenso	1,35	3,10	22,0
Buche	ebenso 4 b. 5 J. alt	1,38	3,16	22,6
Kirschbaum .	ebenso	1,40	3,20	23,0
Spindelbaum	ebenso	1,47	3,37	24,0
Esche	ebenso	1,53	3,50	25,2
Eller	ebenso	1,54	3,52	25,5
Tanne	ebenso	1,54	3,52	25,5
Eiche	Mit 19,5 pCt. Wasser. Unvollkommene Verbrennung . . .	1,78	4,10	29,2
— —	Gewöhnliches Holz zum Feuern . . .	1,83	4,20	30,0

Bei diesen Versuchen ist noch anzumerken, daß das Alter der Bäume einen bedeutenden Unterschied bei dergleichen Versuchen geben dürfte. — Die Versuche

von Hassenfratz stimmen beinahe durchaus mit denen des Grafen Rumford überein.

Torf.

29. Die Qualität des Torfes ist nach dem Orte, wo er sich bildet, verschieden, nach der Trockenheit desselben, nach den Pflanzen, welche die Grundlage desselben sind, und nach der Beschaffenheit und der Menge der Masse, welche sich zwischen die todten Pflanzenstoffe absetzt. Die spec. Schweere des Torfes variirt beträchtlich, und wenn er frei von Kies ist, hängt seine Beschaffenheit als Feuermaterial sehr von seiner Dichtigkeit ab. In einigen Fällen ist er so dicht, daß er im Wasser untersinkt, und so compact, daß er ein sich entzündendes Feuermaterial giebt, welches wenig unter einigen Arten Kohlen steht. Alle Varietäten bringt Dr. M'Culloch, der eine interessante Schrift darüber herausgegeben hat (die, wenn ich nicht sehr irre, auch in's Deutsche übersetzt ist), unter folgende Abtheilungen: Bergtorf, Sumpf-, See-, Wald- und Meertorf. Von diesen ist der Waldtorf vom geringsten Werthe als Brennmaterial, da er eine lockere Textur hat, und im Durchschnitt nicht über einen Fuß dick vorkommt.

Als Feuermaterial kann der Torf unter zwei Arten betrachtet werden; die eine ist compact und schweer, von bräunlich-schwarzer Farbe, und enthält kaum noch Spuren seines vegetabilischen Ursprungs. Dieß ist die beste Art. Ist er einmal angebrannt, so brennt er sehr lange fort.

Die zweite Art ist leicht und schwammig, von brauner Farbe, und scheint eine Masse von abgestorbenen Pflanzen und Wurzeln zu seyn, welche eine kleine Umwandlung erlitten haben; er entflammt sich leicht und verzehrt sich schnell.

Der Torf giebt beim Brennen einen unangenehmen Geruch von sich, welcher vorzüglich denen auf-

fällt, welche nicht daran gewöhnt sind. Er bietet eine mäßige und angenehme Wärme dar, aber er ist nicht tauglich, um damit unter Kochern zu feuern; er paßt sich mehr für Oefen. Er ist von verschiedener Qualität. Einiger brennt rasch und mit einer hellen Flamme; andrer brennt langsam und bietet nach Clement und Desormes nur $\frac{1}{5}$ der Wärme dar, welche ein gleiches Gewicht Holzkohlen gegeben haben würden; damit stimmt sehr nahe die Angabe von Blavier und Miché überein. 53,6 Pf. guten Torfes sollen erforderlich seyn, um 1 Cubikf. Wasser von mittlerer Temperatur oder $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ seines Gewichts in Dampf zu verwandeln. Der Zeitaufwand für das Trocknen des Torfes ist sehr bedeutend: allein man kann denselben vermindern, wenn man zur Austreibung der Feuchtigkeit, nach Dr. Lind's Vorschlag, Druck anwendet; dadurch würde er zugleich compacter und also ein besseres Brennmaterial. Bramah's Presse wäre zu diesem Zwecke mit großen Nutzen anzuwenden. Man könnte auch Zeit ersparen, wenn man künstliche Wärme anwendete; es würde ein Theil des Torfes selbst zu diesem Zwecke benutzt, und der Proceß selbst im Winter vorgenommen werden können. (Vergl. Cap. XI.) das Gewicht von 1 Cubikf. variirt zwischen 44 und 70 Pf.; die dichtern Sorten geben etwa 40 pCt. Kohle; die andern Sorten ohngefähr nach Proportion ihrer Dichtigkeit.

Holzkohlen.

30. Gelinde aber regelmäßige Wärme wird durch ein Brennmaterial erzeugt, welches auf eine gewisse Weise vorher zugerichtet worden ist. Dergleichen wendet man mit großem Vortheil bei Dampfapparaten an, welche nicht mit Dampfmaschinen in Verbindung stehen, weil es weniger Aufmerksamkeit nöthig macht. Die Experimente über diesen Gegenstand geben aber so verschiedene Resultate, daß ich sie einzeln aufführe.

Dalton erhitzte Wasser und erhielt ein Resultat,

nach welchem 40 Pf. Eis durch 1 Pf. Kohle geschmolzen wurde. Aber Crawford's Versuche geben 69 Pf. Eis durch 1 Pf. geschmolzen. Lavoisier sah $95\frac{1}{2}$ Pf., Clément und Desormes 95 Pf. und Hassenfratz, als das Mittel von mehreren Versuchen, 92 Pf. Eis durch 1 Pf. Kohle schmelzen. Aber wenn nach obiger Erörterung die Versuche des Eisschmelzens ohngefähr die Hälfte von der Menge Wärme geben, welche wirklich angewandt werden kann, so können wir annehmen, daß das Mittel der Wirkung das Schmelzen von 47 Pf. Eis durch 1 Pf. Kohle sey. Also wird 1,52 Pf. Kohle erforderlich seyn, um 1 Cubikf. Wasser von mittlerer Temperatur zum Kochen zu bringen; oder $10\frac{2}{3}$, ohngefähr $\frac{1}{6}$ seines Gewichts sind nöthig, um 1 Cubikf. Wasser von mittlerer Temperatur in Dampf zu verwandeln.

Coks.

31. Lavoisier fand das Verhältniß der Coks zu den rohen Steinkohlen, in welchem sie gleiche Wirkung thun, wie 605 : 552; 1,1 Pfund werden also 1 Cubikf. Wasser von mittlerer Temperatur zum Kochen bringen, oder 7,7 Pf. werden dieselbe Quantität Wasser von der nämlichen Temperatur, oder beinahe das Achtfache seines Gewichtes in Dampf verwandeln.

Präparirter Torf.

32. Nach Blavier und Miché bringen 740 Holzkohlen und 1666 Torf gleiche Wirkung hervor. Multiplicirt man also die Quantität Holzkohlen, welche eine bestimmte Wirkung hervorbringt, mit 2,16; so hat man die gleichbedeutende Menge Torf; 23 Pf. Torf also sind nöthig, um 1 Cubikf., oder beinahe sein dreifaches Gewicht Wasser von mittlerer Temperatur in Dampf zu verwandeln. Der Torf, durch Destillation präparirt, wird für besser gehalten, als der durch Röstung.

33. Eine zusammengefaßte Uebersicht der Data dieser Versuche und Vergleichungen, kann man auf der ersten Tabelle am Ende dieser Abhandlung finden, so daß man das leichteste Mittel erhält, die verschiedenen Wirkungen der Brennmaterialien untereinander zu vergleichen. Indem ich dieses Capitel schließe, muß ich noch hinzusetzen, daß die größtmöglichste Wirkung, welche wir bei Anwendung eines Brennmaterials gewinnen können, weniger als die Hälfte der Wirkungen, wie sie hier angegeben sind, seyn dürften; und selbst um diese Wirkung zu erhalten, muß man alle Vorsicht anwenden, welche nur bei Anstellung eines physischen Experiments nöthig ist, und eine solche Genauigkeit ist im Großen beinahe gar nicht möglich. Aber nichts destoweniger ist eine solche Untersuchung nothwendig, um dem Strome der Marktschreierei etwas entgegenzuhalten, welche die 4, 6 und 10fache Wirkung verspricht.

Drittes Kapitel.

Ueber die Wirkung des Dampfes Wärme zu vertheilen, und den Aufwand von Brennmaterial um eine gegebene Wirkung hervorzubringen.

34. Der Gegenstand dieses Capitels ist hauptsächlich die Quantität Dampf zu bestimmen, welche nöthig ist um ein gegebenes Maas Luft zu erwärmen; und das Verhältniß der Oberfläche des Dampfgefäßes oder der Dampfröhre, welche einen bestimmten Grad Wärme in einer gegebenen Zeit darbietet.

Die gewöhnlichen Regeln, welche von Schriftstellern angenommen worden, sind sehr fehlerhaft; so, daß nur ganz ähnliche Fälle darnach geordnet werden kön-

nen. Das Verhältniß der Wärme zum Raume hat zwischen 6, 8 oder 10 Mal geschwankt, ohne auf die Natur des Raumes gehörig Rücksicht zu nehmen; man hat die Methode, die Menge der Wärme für einen gegebenen Raum zu bestimmen, von dem ersten Versuch abstrahirt.

Nach diesem hat man angenommen, daß ein Quadratfuß der Dampfröhre ohngefähr 200 Cubikfuß Luft, oder ein Cubikf. des Kochers 2000 Cubikfuß des Raumes erwärmen soll. Der Ofen in der einen von Strutt's Wollespinnereien soll 266,247 Cubikfuß Raum zu 12° erwärmen, wenn die Temperatur der Atmosphäre = 2° ist, und bei Tag und Nacht fortgesetztem Feuern in 12 Stunden 184 Pf. Steinkohlen verzehren. Diese Verhältnisse sind für Wollespinnereien gegeben, aber sie sind vollkommen nutzlos, wo verschiedene Grade von Lüftung nothwendig sind, wie in Spitälern — wo viel mehr Fenster erforderlich sind, wie in Gewächshäusern — und auch für diesen Fall, für welchen sie gegeben sind, geben sie uns keine Mittel an die Hand, die Lüftung in diesem Falle kennen zu lernen.

Ueber die wissenschaftlichen Grundsätze ist lange unter den Augen des Publikums disputirt worden; jetzt verlangen sie nur noch ihre Anwendung, und wenn ich vielleicht damit auf eine klare und leichte Weise glücklich gewesen bin, so hoffe ich zugleich mit zu zeigen, wie gut es sey, wenn man in dergleichen Dingen gewissen Principien folgt.

35. Wir haben in allen Fällen zwei directe Ursachen von Wärmeverlust: die eine ist die kühlende Wirkung der äußern Luft durch die Fenster, und andere äußere Oberflächen des Gebäudes — die andre ist die Menge Wärme, welche mit der unreinen Luft, die durch die Lüftung entfernt werden muß, weggeführt wird, oder durch den Zug durch Ritzen u. s. w. Beide Ursachen hängen von der Beschaffenheit und vom Zwecke des Gebäudes ab. Aber der Verlust wird immer durch eine gewisse Menge Luft, welche von der Temperatur

der Atmosphäre bis zur Temperatur des Raumes erhitzt wird, gemessen, und das Feuermaterial oder die Oberfläche des Dampfgefäßes, welche diese Quantität Luft zu erwärmen vermag, wird auch die Temperatur des Raumes auf dem gehörigen Grade erhalten.

36. Ich will mich bemühen, die Grundsätze ganz allgemein vorzutragen, weil es dann leichter ist, ihre Anwendung aufzufinden und zu begreifen, als keinen klaren Begriff solcher Gesetze nach ihrer Anwendung zu bekommen, und sie sodann auf andre Fälle überzutragen.

Gesetze der Abkühlung.

37. Wenn Röhren oder andre Gefäße von unbeträchtlicher Dicke mit Dampf gefüllt werden, so wird bei gleichen Röhren und gleichem Stande der Temperatur der Atmosphäre, die Wirkung der Wärme immer gleich seyn: oder die Quantität des freigewordenen Wärmestoffs wird in diesem Falle in gleichen Zeiten gleich seyn.

38. Ist aber, bei Gleichheit der Röhren und Gefäße, die Temperatur der zu erwärmenden Luft, oder die Oberfläche der wärmegebenden Oberfläche, zu verschiedenen Zeiten verschieden, so wird die in einer gegebenen Zeit ausgehende Wärme gerade wie der Wärmeüberschuß der Oberfläche des wärmegebenden Körpers seyn *); in gasigem Medium, oder in einer andern in Bewegung gehaltenen Flüssigkeit.

---

*) Dieses einfache und sehr genaue Gesetz der Abkühlung ist zuerst von Isaac Newton ausgesprochen worden. Dr. Mortier bezweifelte es 1730, wurde aber für niedrige Temperaturen von Krafft und Richmann bestätigt, und ähnliche Versuche stellten auch Leslie, Dalton u. a. m. an; und alle dergleichen Versuche schienen deutlich genug zu beweisen, daß bis zu einem Unterschiede von 66° das Gesetz als richtig angesehen werden könne. Beim Durchgehen einer Arbeit über diesen Gegenstand von Dulong und Petit, welche dasselbe fanden, scheint mir aber doch nicht jede Quelle eines Irrthums verstopft zu seyn;

39. Auch wenn die Substanz verschieden ist, welche man zu Röhren und Gefäßen, welche Dampf enthalten sollen, verwendet, so ist die Menge der ausgegebenen Wärme verschieden; dieß haben die Versuche von Leslie, Dulong und Petit bewiesen.

40. Aber es ist auch natürlich, daß die Quantität Wärme, welche in einer gegebenen Zeit ausstralt, sich gerade wie die Fläche verhält, nämlich wenn die Röhren von ähnlicher Gestalt sind, anders nicht; weil die Wirkung des Dampfes nicht in jedem Theile der Oberfläche der Röhre gleich ist; die obere Parthie der Röhre ist immer heißer als die untere. Und die nämliche Abänderung nur in geringeren Grade wird stattfinden, wenn andre Flüssigkeiten in Berührung sind. Für unsern Zweck wird es hinlänglich genau seyn, wenn wir nur die Wirkung, wie sie sich nach der Größe der Oberfläche richtet, betrachten. Nach einigen Beobachtungen, welche ich über die Wärme der untern Fläche einer Dampfröhre gemacht habe, scheint sie 66° zu seyn; die mittlere Wärme wird also nicht über 75° steigen, wenn der Dampf bei einer Temperatur von 84° oder bei einem Drucke von $2\frac{1}{2}$ Pf. auf den Quadratzoll wirkt.

41. Schriftsteller über die Wärme bezeichnen gewöhnlich die spec. Wärme des Wassers als Einheit; daher können wir sehr gut die Wirkung einer Röhre durch die Zahl der Grade, um welche eine gegebene Fläche einen Cubikf. Wasser erwärmen wird, ausdrücken; und dann wird die Quantität eines jeden andern Körpers in Cubikfuß, welche die nämliche Anzahl

---

denn es ist offenbar, daß bei so einer großen Verschiedenheit der Temperaturen die leitende Kraft des Apparates gar sehr zu berücksichtigen sey. Ich glaube vielmehr, daß zum wenigsten für die Praxis Newton's Gesetz genau genug sey. Geht aber die Wärme in eine andere Flüssigkeit oder eine andere Luftart über als die atmosphärische Luft, so dürfte eine andere Wirkung eintreten. Nach den Versuchen S. Humphry Davy's kühlen die Körper im Wasserstoffgas leichter ab, als in andern Gasen. —

Grade erwärmen würde, mit seiner spec. Wärme in Verhältniß stehen, oder der Nenner des Bruches seyn, welcher seine spec. Wärme ausdrückt. So wird die nämliche Oberfläche erfordert, um 1850 Cubikf. Luft und 1 Cubikf. Wasser um einen Grad zu erwärmen. (Vergl. oben S. 15.)

Versuche über das Abkühlen, oder die Wirkung der Oberflächen, Wärme auszustralen.

42. Zu diesen Versuchen konnte ich mich nicht schicklich des Dampfes bedienen, weil ich hier keine genaue Messung anbringen konnte; ich bediente mich daher des heißen Wassers; und meine Methode ist einfach und leicht nachzuahmen. Sie besteht darin, daß ich einen Cylinder mit heißen Wasser füllte und die Art und Weise der Abkühlung beobachtete. Man hat also hier zwei Maaße für diese Wirkung; das eine ist direct durch Beobachtung gefunden, das andre nach den Gesetzen der Abkühlung berechnet.

Die Cylinder waren von bloßem Eisenblech, von verzinntem Eisenblech und von Glas, und so genau, als nur möglich, von gleichem Umfang und Form. (Vergl. Fig. 15. Taf. IV.). Alle Cylinder hatten Deckel von Zinn, welche etwa 1 Zoll dick abwechselnd mit Baumwolle und Flanell bedeckt waren; so daß durch diese der Verlust an Wärme auf 0 gesetzt werden konnte. Durch diese Deckel ging die Röhre des Thermometers T, so daß gerade der 52ste Grad zu sehen war. Die Kugel stand $10\frac{1}{2}$ Zoll hoch im Cylinder und ohngefähr $\frac{1}{4}$ Zoll von der Seite des Cylinders entfernt. Das Thermometer hatte eine auf der Röhre eingeschnittene Scale, und die Cylinder waren durch wenig gedrehte Baumwollenfaden C C C aufgehangen, um allen Verlust an Wärme durch Leitung zu vermeiden. Die Wirkung, Wärme zu geben, ist natürlich der Quantität des abgekühlten Wassers gleich, und der beobachteten Anzahl

Grade in 1 Minute *). Um directe Beobachtungen über diesen Punct machen zu können, füllte ich den Cylinder mit kochendem Wasser, setzte den Deckel mit dem Thermometer auf, und wartete bis das Thermometer auf 66° gefallen war, und zählte nun die Secunden, bis es auf 65,5° und endlich auf 52,5° gefallen war, die spec. Wärme des Cylinders konnte ich erfahren, wenn ich untersuchte, wieviel Cubikzoll Wasser er umfaßte.

I. Versuch, angestellt mit einem Cylinder von weißem Eisenblech, etwas getrübt, mit einer Oberfläche von 76 □ Zoll; das Wasser, welches das Aequivalent der spec. Wärme gab, betrug 62,28 Cubikzoll. Die Temperatur des Zimmers variirte während des Versuches nicht um 0,1 von 10,5°. Der Cylinder kühlte sich von 66° zu 65° in 158 Secunden ab; daraus läßt sich berechnen, daß der Wärmeverlust 0,338° in der Minute sey, wenn der Wärmeüberschuß 66° — 10,5° = 55,5° beträgt.

Die Zeit des Abkühlens von 65,5° bis zu 52,5° war 39,5 Minuten; daraus findet man den Verlust bei dem nämlichen Wärmeüberschusse = 0,337° **); beide Beobachtungen geben ein ziemlich gleiches Re-

---

*) Wenn c die Anzahl von Cubikzoll Wasser ist, welches zu dem Versuche gebraucht wird, und n die Anzahl von Graden, um welche es in 1 Minute abgekühlt wird, so ist $\frac{cn}{1728} = \varepsilon'$, der Wirkung, wie es in der folgenden Note vorkommt; auch $s' = \frac{b}{144}$, wo b die Oberfläche in Zollen ist oder $\frac{\varepsilon'}{s'} = \frac{cn}{12b}$.

**) Man lasse D die Differenz der Temperatur zu Anfange der Beobachtung seyn, d die Differenz nach der Ausstralung von t Minuten, und mD der Wärmeverlust in der ersten Minute; so ist $D(1-m)^t = d$ oder $1 - \left(\frac{d}{D}\right)^{\frac{1}{t}} = m$. mD kann leicht mit Hülfe der Logarithmentafeln gefunden werden. In dem obigen Falle ist $D = 55,5°$, $d = 52,5° - 10,5° = 42,0°$, und $t = 46$: dieß giebt $m = 0,0061$ oder $mD = 0,33855$.

sultat, und die daraus abgeleitete constante Zahl ist 0,0004 *).

Zweiter Versuch angestellt mit einem Glascylinder von 71 □ Zoll Oberfläche, und angefüllt mit 61,2 Cubikzoll Wasser. Die Temperatur des Zimmers war während des Versuches 10,9°

Es kühlte sich von 66° zu 65° in 109 Secunden ab; das giebt bei einem Temperaturunterschied von 55,1° für jede Minute einen Wärmeverlust von 0,49°. Die Zeit der Abkühlung von 65,5° bis 52,5° betrug 31,5 Minuten, dieß giebt für jede Minute einen Wärmeverlust von 0,47°.

Die constante Zahl, welche sich aus diesem Versuche ziehen ließ, ist 0,000644, ein zweiter gab 0,000615, und ein dritter 0,00066; da 0,000644 beinahe das

---

*) Man lasse T die Temperatur des wärmegebenden Körpers seyn, und t die Temp. des umgebenden Mediums; s die Quantität der Oberfläche und ε die Anzahl von Graden, um welche ein Cubikfuß Wasser durch die ausgestralte Wärme erwärmt würde; ferner lasse man die nämlichen Buchstaben mit Accenten die nämlichen Dinge, wie sie durchs Experiment gefunden sind, bedeuten. So verhält sich die Menge von Wärme, welche in einer Minute ausströmt, gerade wie die Oberfläche und wie die Temperaturdifferenz:

$$s'(T'-t') : \varepsilon' = s(T-t) : \varepsilon = \frac{\varepsilon' s(T-t)}{s'(T'-t')};$$ und wenn nach einer vorhergehenden Note $\frac{\varepsilon'}{s'} = \frac{cn}{12b}$, so bekommt man $\frac{cns(T-t)}{12b(T'-t')} = \varepsilon$. Ist der wärmegebende Körper in einem zinnernen, etwas angelaufenen Gefäße enthalten, dann ist $0{,}00041\, s(T-t) = \varepsilon$ als der Anzahl von Graden, um welche 1 Cubikf. Wasser in 1 Minute erwärmt werden würde.

Ist der wärmegebende Körper in einem gläsernen Gefäße enthalten, so giebt der Versuch $\varepsilon = 0{,}000644\, s(T-t)$, und beim Gebrauch eines eisernen Gefäßes ist $\varepsilon = 0{,}000738\, s(T-t)$.

Dieselben Formeln dienen auch, um den Wärmeverlust für einen Raum zu berechnen, welcher bei einer höhern Temperatur als die der Luft erhalten werden soll; und dann werden 2850 Cubikf. Luft durch ε Wärme erwärmt.

Mittel ist, und mit der Temperatur des Zimmers sehr übereinkam, so wurde dieses angenommen.

Dritter Versuch, angestellt mit einem Cylinder von Eisenblech mit schwarzer Oberfläche, so wie es aus den Manufacturen kommt. Die Oberfläche hielt 76,7 □ Zoll und die Quantität Wasser, womit er gefüllt wurde, war 61,7 Cubikzoll. Die Temperatur des Zimmers war während des Versuches = 11,1°.

Er kühlte sich von 66° zu 65° in 101 Secunden ab; in 1 Minute also um 0,53°, bei einer Temperaturverschiedenheit von 54,9°. Von 65,5 bis 52,5 kühlte er sich in 29 Minuten ab; und folglich war der Wärmeverlust in der Minute = 0,52°. Die constante Zahl, welche sich daraus herleiten läßt, ist 0,000656. Ich hatte nicht Zeit den Versuch sogleich zu wiederholen; als ich nach einigen Tagen meinen Cylinder untersuchte, fand ich die schwarze Oberfläche gesprungen, nnd bei einigem Reiben der lockern Materie kam eine rostbraune Oberfläche zum Vorschein. In diesem Zustande gebrauchte ich ihn zum Versuche und fand die Zahl 0,000738; und da die Oberfläche in diesem Zustande sich mehr der von Gußeisen nähert, als seiner glatten, schwarzen Oberfläche, so habe ich diese letzte Zahl als Regel angenommen.

Die Wirkungen dieser verschiedenen Oberflächen werden also nach obigen Versuchen seyn.

Verzinntes Eisenblech	100
Glas	155
Eisenblech mit glatter, schwarzer Oberfläche	156
Eisenblech mit rostig-brauner Oberfläche .	180

Nach diesen Thatsachen kann man nun leicht die Größe der Oberfläche einer Dampfröhre berechnen, welche einen Raum bei einer gegebenen Temperatur erhalten soll; der Grad der Lüftung und der dadurch verursachte Wärmeverlust muß natürlich dabei mit in Anschlag gebracht werden. (Vergl. die folg. Cap.)

43. Um diese Berechnung zu machen, muß man die Temperatur der äußern Luft, oder der durch die Lüf-

tung herbeigeführte Luft kennen, etwa bei ihrem kältesten Puncte. Die Temperatur, welche in dem bestimmten Raume herrschen soll, muß auch festgesetzt seyn, so wie die Quantität der Luft, welche von der Temperatur der äußern Luft zu der des Raumes erwärmt werden soll, um den Wärmeverlust der Lüftung zu ergänzen. Es muß noch bemerkt werden, daß die mittlere Temperatur der Oberfläche des Dampfbehälters bei gewöhnlichem Luftdrucke = 75 ist.

44. Regel. — Man multiplicire die Cubikfuß der in der Minute zu erwärmenden Luft, um die Lüftung und den Wärmeverlust zu ersetzen, mit der Differenz zwischen der zu erhaltenden Temperatur des Raumes und der Temperatur der äußern Luft in Graden nach Reaumur und dividire das Product durch die Differenz zwischen 75° und der Temperatur des Zimmers, 2,1 mal genommen: dieser Quotient wird die Menge der Oberfläche des Dampfbehälters von Gußeisen geben, welche hinreicht, um den Raum bei der erforderlichen Temperatur zu erhalten *).

Diese Regel ist für alle Fälle anwendbar, wo bei der Dampfheizung gußeiserne Röhren gebraucht werden; Exempel wird man in den Capiteln finden, wo von dem Heizen von gewissen Räumen durch Dampf gesprochen werden wird.

---

*) Wir haben weiter oben gefunden, daß, wenn a für die constante Zahl gesetzt wird, $as(T-t) = \varepsilon$, wenn 2850 Cubikfuß Luft zu ε Graden in 1 Minute erhitzt werden sollen. Nun ist in unserm gegenwärtigen Falle t die Temperatur des Raumes, und ε die Differenz zwischen dieser Temperatur und der der äußern Luft, oder $\varepsilon = t - t'$, wo t' die Temp. der äußern Luft ist. Folglich ist

$$as(T-t) = t - t' \text{ oder } s = \frac{t-t'}{a(T-t)}.$$ Und wenn A als Repräsentant der Zahl von Cubikf. der Luft, welche in 1 Min. erwärmt werden soll, gesetzt wird, um den Wärmeverlust zu ergänzen, so haben wir

$$s = \frac{A(t-t')}{2850\,a(T-t)}.$$ Hier ist s die Größe der Oberfläche

45. Demnächst haben wir zu untersuchen, wie viel Aufwand von Brennmaterial gemacht werden müsse, um genug Wärme für eine gegebene Oberfläche der Röhren zu geben. Wir können dann die Quantität bestimmen, vermittelst welcher die größte Wirkung hervorgebracht wird, und auch die mittlere Quantität, welche zu jeder Jahreszeit erforderlich ist, obgleich mit geringer Genauigkeit, weil das Wetter hierauf einen sehr großen Einfluß hat. Für den letztern Fall müßte man das Mittel aus den Beobachtungen einiger Jahre über die Temperatur und die Dauer der Jahreszeit nehmen, und auch dann bleibt immer noch viel Schwankendes.

46. Wenn das condensirte Wasser in den Kocher zurückflösse, ohne Wärmeverlust, so würde die nämliche Quantität Brennmaterial, welche 1 Cubikfuß Wasser von mittlerer Temperatur zum Kochen brächte, hinreichend seyn, um 26 □Fuß Oberfläche einer gußeisernen Dampfröhre eine Stunde lang mit Wärme zu versehen; und angenommen, die Temperatur des Raumes solle auf 12,5° erhalten werden *), und das Wasser,

---

der Dampfröhren in Fuß, welche die Menge A von Cubikfuß Luft in 1 Min. zu t—t′ Graden Reaumur erhitzen würde. Sind die Röhren von Gußeisen, so ist a = 0,000738 und wir haben $s = \frac{A(t-t')}{2,1(T-t)}$. Die Regel im Texte nimmt T = 75, also $s = \frac{A(t-t')}{2,1(75-t)}$; welches mit der Regel übereinstimmt.

*) In einer vorigen Note (Art. 42.) ist das Verhältniß zwischen der Oberfläche der Dampfröhre und der gegebenen Wärme so gefunden worden: $0,000738\, s\,(T-t) = \varepsilon$; und wenn wir $\varepsilon = 57°$ annehmen, so ist $0,000738\, s\,(T-t) = 57°$; in diesem Falle ist s die Oberfläche der Dampfröhren, welche 1 Cubikfuß Wasser zu 57° erwärmen oder von der mittleren Temperatur zum Kochen bringen würde. Aber wir haben T als die mittlere Wärme der Oberfläche der Röhren zu 75° angenommen und die Zeit 1 St. seyn lassen; daraus folgt die Gleichung $s = \frac{1630}{(75-t)}$, wo s die Oberfläche der Dampfröhre ist, und 1

welches in den Kessel gebracht wird, sei 11° warm, so wird (nach Art. 18.) 7+26=182 □ Fuß Oberfläche der Dampfröhre 1 Cubikfuß Wasser in der Stunde condensiren.

47. Soll die Temperatur des Raumes bei 21,3° erhalten werden, so würde die nämliche Quantität Brennmaterial hinreichen, um 30 □ Fuß Oberfläche der Dampfröhre eine Stunde lang mit Wärme zu versehen, und 210 Fuß der Röhre würden 1 Cubikfuß Wasser in der nämlichen Zeit condensiren, wenn der Kocher mit Wasser von 52° versehen würde.

48. Und wenn der Raum auf 30,2° erhalten werden soll, so wird die nämliche Quantität Brennstoff für 36 □ Fuß Oberfläche der Röhre eine Stunde lang Wärme geben, und 252 □ Fuß der Röhre würden in derselben Zeit 1 Cubikf. Wasser condensiren.

49. Die Menge Steinkohlen, welche diese Wirkung hervorzubringen im Stande ist, haben wir zu 1,2 Pf. gefunden (Art. 23.); 1,2 Pf. Kohle ist etwa der 70ste Theil eines Scheffels (engl.); also würde ein Scheffel gute Kohlen in der Stunde

1820 □ Fuß Röhrenoberfläche in einem Raume bei 12,5°						
2100	—	—	—	—	—	21,3°
2520	—	—	—	—	—	30,2°

Wärme erhalten.

Wenn das condensirte Wasser zum Kocher nicht zurückkehren kann, so wird ohngefähr $\frac{1}{12}$ der Wärme verloren gehen; und folglich müssen diese Oberflächen um $\frac{1}{12}$ reducirt werden.

Endlich wird noch Feuermaterial erfordert werden, um den Wärmeverlust des Kochers zu ersetzen: und wären keine Mittel angewandt, den Wärmeverlust an seiner Oberfläche zu verhindern, so muß derselbe als ein Theil der obern Quantität der Dampfröhrenoberfläche angesehen und berechnet werden. Aber befindet sich die

---

die Temperatur des Raumes; und setzen wir für t = 12,4°, so ist s = 26; und so für jede andre Temperatur.

Oberfläche des Kochers an einem offenen Platze, oder an einem Orte, wo die Luft kühler ist als der Raum, welcher durch die Röhren erwärmt wird, so muß eine eigene Berechnung für den Wärmeverlust des Kochers unternommen werden. In solchen Fällen wird der Wärmeverlust beim Kocher oft der Wirkung der Dampfröhren, welche er versieht, gleich, und in kleinen Kochern das Verhältniß des Verlustes sehr groß seyn: daher können wir uns über den unmäßigen und vergebens gemachten Aufwand an Feuermaterial in manchen Fällen, wo Dampf angewandt worden ist, nicht wundern. Ein Kocher mit 70 □ Fuß Oberfläche in einem Schoppen einer Temperatur von 0° ausgesetzt, wird einen Scheffel Kohlen in 24 Stunden verbrauchen

50. Ist die Oberfläche der Dampfröhre berechnet, welche die gewünschte Wirkung hervorbringen soll (Art. 44.), so haben wir eine leichte Art das Brennmaterial kennen zu lernen, welches die erforderliche Menge Dampf darbieten kann. (Art. 49.). Wenn die ganze Quantität der ausgesetzten Oberfläche der Dampfröhre in Quadr. Fuß genommen und durch 1820 dividirt wird, so wird man die Anzahl von Scheffeln oder den Theil eines Scheffels erhalten, welcher für 1 Stunde erfordert wird, wenn die Temperatur des Platzes auf 12,5° zu erhalten ist; soll die Temperatur auf 21° oder 30° erhalten werden, so wird durch 2100 oder durch 2520 dividirt.

Beispiel. Ein Raum soll durch 580 □ Fuß Dampfröhren auf 30° erhalten werden; welche Quantität der besten Steinkohlen werden die Röhren 10 Stunden lang versehen? $\frac{580}{2520} = 0{,}23$ Scheffel wird für 1 Stunde und 2,3 Scheffel für 10 Stunden hinreichen.

51. Man muß die Quantität Wasser, welche in einer gegebenen Zeit condensirt wird, kennen, vorzüglich wo das condensirte Wasser nicht in den Kessel zurückgeführt wird, weil dann die Ergänzung des Wassers zu berücksichtigen ist.

Nun habe ich (im Art. 46—48.) die Größe der Oberfläche der Dampfröhre angegeben, welche bei verschiedenen Temperaturen 1 Cubikf. Wasser condensirt; ist also die Summe der Oberfläche bekannt, so wird diese durch die Oberfläche, welche 1 Cubikf. Wasser verdichtet, dividirt, und das Resultat wird die Quantität des erforderlichen Wassers in Cubikfuß geben.

52. Um den Aufwand für Feuermaterial für eine Jahreszeit abzuschätzen, müssen wir gewisse Fälle annehmen. Diese sind: 1) wenn das Feuer während der ganzen Zeit auf einem Grade zu erhalten ist, und 2) wenn das Feuer nur für einige Stunden des Tages wirken soll.

53. Im ersten Falle ist die Quantität der zu erwärmenden Luft der gleich, welche zu Ergänzung der Lüftung und der entweichenden Wärme erforderlich ist: die Art und Weise dieser Quantität zu bestimmen, ist in dem Art. 68. 70 u. a. m. gezeigt worden; ist dieselbe für 1 Minute gefunden, so multiplicirt man sie mit 1440, als der Zahl der Minuten eines Tages, und man hat die Quantität für einen ganzen Tag in Cubikfuß.

Ist der Platz bei einer Temperatur von 10,5° zu erhalten, und die Mittelzahl der Tage, wo künstliche Wärme nöthig wäre, 220, so ist $220 \times 1440 = 316800$.

Die mittlere Temperatur dieser 220 Tage ist um London ohngefähr 3,5, und folglich ist die mittlere Erhöhung der Temperatur, wie sie hervorgebracht werden soll, $10,5 - 3,5° = 7,0°$. Multiplicirt man also 7° mit 316800, so hat man 2217600 mal die Quantität der Luft, welche die Lüftung und den Wärmeverlust für eine Minute ersetzen würde, einen Grad zu erwärmen. Aber 0,0000059 Pf. gute Steinkohlen werden 1 Cubikfuß Luft um 1° erwärmen (Art. 23 und 20.) und 84 Pf. machen einen Scheffel; daher können wir annehmen, daß in diesem Falle der Verbrauch von Steinkohlen in Scheffeln fast $\frac{1}{6}$ der Quantität von Luft in Füßen betragen würde, welche die Lüftung und den

Wärmeverlust für 1 Minute ersetzen würde, ein Verhältniß, welches sich sehr leicht merkt *).

Ist die Temperatur auf 12,5° zu erhalten, so wird um London noch eine Mittelzahl für 260 Tage künstliche Wärme erfordert; und die Anzahl von Scheffeln wird ohngefähr 0,21 Mal die Anzahl der Cubikf. von Luft seyn, welche die Lüftung und den Wärmeverlust für 1 Minute ersetzen würde.

Die nämliche Rechnungsweise wird für Treibhäuser zu befolgen seyn. Vergl. das Cap. darüber.

54. Wenn die Wärme nur für einige Stunden des Tages gebraucht wird, so wird die ganze Luft im Zimmer sowohl, als auch die Röhren, der Kocher und die festen Gegenstände des Raumes vorher zu erwärmen seyn. Die erforderliche Wärmemenge werden wir sehr leicht bestimmen können, wenn wir die Anzahl von Stunden noch dazu rechnen, welche den Apparat zum Heizen fähig machen; und in anderer Hinsicht kann die Rechnung so geführt werden, wie in dem Falle, wo die Wärme Tag und Nacht zu erhalten ist. Die Differenz zwischen der Temperatur am Tage und in der

---

*) Für Leser, welche nicht mit algebraischen Formeln rechnen können, habe ich obiges Beispiel gegeben; aber man kann es allgemein machen. D mag die Zahl der Tage seyn, wo künstliche Wärme nöthig ist, t′ die mittlere Temperatur dieser Periode, und t die Temperatur, bei welcher der Ort zu erhalten ist; f die Quantität von Feuermaterial in Pf., welche 1 Cubikf. Luft um 1° erwärmt, A die Anzahl der Cubikf. Luft, welche in jeder Minute zu erwärmen sind, h die Stunden, welche die Erwärmung dauern soll, und F die Menge Feuermaterial für die Jahreszeit. So ist also $60\,AhD\,(t - t')\,f = F$ in Pf. oder für Kohlen $\frac{60\,AhDf\,(t - t')}{84} = \frac{AhDf\,(t - t')}{1{,}4} = F$ in Scheffeln. Wenn von den besten Steinkohlen $f = 0{,}0000059$ ist, so ergiebt sich $0{,}00000422\,AhD\,(t - t') = F$ in Scheffeln. Und wenn $h = 24$, $D = 220$ und $t - t' = 7°$ wie im Texte, so ergiebt sich $0{,}156\,A = F$ in Scheffeln oder mit ziemlicher Genauigkeit $\frac{A}{6} = F$ in Scheffeln.

Nacht wird nicht so groß seyn, daß sie berücksichtigt zu werden verdiente, wo außerdem schon die Rechnung sehr schwankend ist.

Viertes Kapitel.

Ueber Lüftung und die Ursachen des Wärmeverlustes.

55. Bei Heizung eines Raumes ist zweierlei zu berücksichtigen, daß nämlich nicht zu viel erwärmte Luft entweiche, um Feuermaterial zu ersparen, gleichwohl ist es aber zur Erhaltung der Gesundheit unumgänglich nothwendig, die Luft vorzüglich in einem Raume, wo sich viel Menschen aufhalten, zu erneuern, also nicht zu ängstlich die frische, reinere, aber auch kältere Luft abzuhalten.

Von der Lüftung und dem Wärmeverlust in öffentlichen und in Privat-Häusern.

56—58. Lüftung. Durch das Athmen wird die Luft so verändert, daß statt eines Gemenges von Sauerstoff und Stickstoff ein Gemenge von Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf entsteht. Dieses letztere Gemenge ist specifisch leichter als die reine atmosphärische Luft, es steigt also sogleich in die Höhe; auf diese Weise wird verhindert, daß ein Mensch im Freien dieselbe Luft, die er durch Athmen ausgestoßen hat, wieder einathmen könne. Ist aber der Raum, wo ein Mensch athmet, eingeschlossen, und bleibt also die ausgeathmete Luft etwas mit der übrigen im Raume enthaltenen in Berührung, so vermischen sich beide, und die Luft wird in dem Maase zum Athmen untauglich, als das Athmen fortdauert. Die Lüftung muß also unausgesetzt fortdauern, und der Apparat am obern Theile des Raumes angebracht werden. Auch

darf der Zufluß frischer Luft nicht so Statt finden, daß sie sich mit der eingeathmeten Luft vermischen könne.

59. Es giebt noch andre Ursachen der Verunreinigung der Luft; so z. B. die unmerkliche Ausdünstung, durch welche 12 bis 30 Gran Dampf in der Min. ausgestralt wird; auch hat man gefunden, daß bei Berührung der Haut mit der Luft sich Kohlensäure entbinde, nebst einem eigenthümlichen riechenden Stoffe. Da nun nicht mehr Feuchtigkeit von der Luft aufgenommen werden kann, als bis sie gesättigt ist, so werden bei 12,5° wenigstens 3 Cubikfuß Luft zum Athmen untauglich.

60. Desgleichen sind hier besonders die Wirkungen von brennenden Kerzen, Lampen, oder andern Lichtern zu betrachten. Es scheint, daß die Menge Sauerstoffgas, welche von einer einzigen Kerze verbraucht wird, zu 180 bis 300 Cubikzoll atmosphärische Luft, welche untauglich zum Athmen ist, gleich gesetzt werden kann; und wir können nicht weniger als $\frac{1}{4}$ Cubikf. Luft für jedes Individuum für diese Ursachen der Verunreinigung annehmen. Wärme scheint die Aushauchung jeder Art schädlicher Materien zu befördern; daher ist es auch natürlich nothwendig, bei höherer Temperatur eine stärkere Lüftung anzubringen.

61. Da wir also gesehen haben, wie nöthig in einem Wohnplatze Lüftung sey, um die Gesundheit zu schützen, so ist also unser nächster Gegenstand die Art und Weise zu zeigen, wie die Lüftung hervorgebracht wird, welche Quantität nöthig und wo die Ausgänge der verdorbenen, und der Zugang für die frische Luft anzulegen sey.

Die Quantität also wird von der Anzahl der Menschen abhängen; und für jedes Individuum sollte man haben (nach Art. 56.) 800 Cubikzoll für eine Minute;

3 Cubikfuß (nach Art. 59.) = 5184 Cubikz.
$\frac{1}{4}$ — (nach Art. 60.) = 432 —

die Totalsumme für jede Person wird also 6416 Cubikz. oder fast 4 Cubikf. für die Minute betragen.

62. Diese ganze Quantität Luft wird von erhöhter Temperatur seyn, in Vergleich zur umgebenden Luft. Das schweere Gas (die Kohlensäure) wird in Verbindung mit Stickstoff und Dampf, welche beide leichter als die Luft sind, in die Höhe steigen, und soll es sich nicht mit der übrigen Luft des Raumes vermischen, so muß es sogleich entweichen können. Die Decke oder die oberste Gegend des Raumes wird also den bequemsten Platz für den Ausgang der verdorbenen Luft darbieten. Aber man sollte hier Mittel haben, die Oeffnung nach Gefallen zu schließen und zu öffnen, um die Lüftung zu reguliren. Dieß kann sehr leicht geschehen, indem man die Platte A (Fig. 28. Taf. X.), welche die Oeffnung verschließt, mit einem Gewichte in Gleichgewicht setzt. Die Beweglichkeit wird durch Schnuren, die über die Rollen PP gelegt sind, mitgetheilt. Dieß muß berücksichtigt werden, wenn man entweder das Ganze oder einen Theil des Gegengewichts nach H verlegen will.

63. Die Wirkung der Luftung in einem Raume muß nach der größten Anzahl von Menschen, die er fassen kann, berechnet werden; und besser ist es hier, mehr etwas zuzugeben, als zu wenig zu nehmen. Wir haben z. B. die Luftung für einen Raum zu bestimmen, welcher 200 Personen fassen kann, und oben (Art. 61.) fanden wir die zu erneuernde Luft für 1 Person um 1 Min. = 4 Fuß; also muß jede Minute 800 Cubikf. Luft erneuet werden. Für 400 Personen wären jede Minute 1600 Cubikf. Luft erforderlich u. s. w. doch wenn wir auch alle solche Bestimmungen durchaus nicht zu genau nehmen, so dürfen wir doch nicht glauben, daß die Ventilatoren (Luftzüge) so gut eingerichtet wären, um uns die schädlichen Theile allein fortzuschaffen; eine Gleichheit in der Reinheit wird daher doch nur schwer zu erhalten seyn.

64. Die schwierigste Jahreszeit für die Luftung ist der Sommer. Wir können annehmen; daß in war-

men Wetter die Temperaturdifferenz nicht über 4,5° steigt, und mit dieser Gränze der Temperaturvariation haben wir folgende Regel für die Größe der Röhren.

Regel. — Man multiplicire die Zahl der Menschen, welche ein Raum fassen kann, mit 4 und dividire das Product durch die Quadratwurzel der Höhe der Röhren in Fuß, 43 mal genommen, und der Quotient ist die Größe der Luftzugröhren oder Röhren in Fuß *).

---

*) Die Größe, oder der Durchschnitt der Röhre, welche hinreicht, um immer die verdorbene Luft wegzuführen, kann so bestimmt werden. Man lasse h die Höhe von dem Boden des Zimmers bis zur Spitze der Röhre in Fuß seyn, a den Durchschnitt der Röhre in Fuß, t — x die Differenz zwischen der Temperatur der Wärme (im Mittel zu 8° angenommen) und der eingeschlossenen Luft, und B die Luftmenge in Cubikf., welche durch die Röhre in einer Minute entweichen soll.

Nun ist die in diesen Fällen Bewegung erzeugende Kraft die Differenz zwischen dem Gewichte einer Säule äußerer und innerer Luft, wenn die Basen und Höhen die nämlichen sind, welches geben wird $h\left(\frac{t-x}{212+t}\right)$, und nach hydrodynamischen Grundsätzen $60\,a\sqrt{\frac{64\frac{1}{3}\,h\,(t-x)}{212+t}} = B$.

Aber dieß setzt voraus, daß die Oeffnung so gebildet werde, daß sie sich im Luftstrome nicht zusammenziehe; durch Versuche hat man gefunden, daß in allen Fällen diese Zusammenziehung die entweichende Menge ohngefähr um $\frac{3}{8}$ des Ganzen vermindere; folglich haben wir, wenn wir die Brüche weglassen, $\frac{B}{300} \times \sqrt{\frac{212+t}{h\,(t-x)}} = a$. Wenn der Temperaturunterschied der äußern und innern Luft 2,2° ist, $\frac{B}{30\sqrt{h}} = a$; bei 4,4° hat man $\frac{B}{43\sqrt{h}} = a$, welches in der Regel angenommen ist. Bei 13,2°, wie es oft vorkommt, müssen wir die Oeffnung auf $\frac{B}{75\sqrt{h}} = a$ reduciren können u. s. w.

Unter der Höhe der Röhren ist die Höhe zu verstehen vom Boden des Raumes bis zu dem Orte, wo die Luft in die atmosphärische Luft übergeht; und sind es mehr als eine, so müssen sie alle gleich hoch seyn.

Die Stellen, wo frische Luft zugeführt wird, müssen nahe am Fußboden, oder im Fußboden selbst angebracht werden, und beinahe von derselben Größe seyn; denn die Differenz im Umfang der Luft ist nur $\frac{1}{48}$ geringer, wenn sie 4,4° kälter ist; aber es ist besser, sie wenigstens doppelt so groß zu machen, um einen schnellen Zufluß von kalter Luft zu vermeiden.

In einem auf diese Weise mit Luftzügen versehenen Raume ist nun ein offenes Feuer unzuläßlich; aber in dem Capitel über Roste (Cap. X.) werden wir Gelegenheit haben, zu sehen, wie beide Pläne verbunden werden können.

65. **Wärmeverlust.** Da für jedes Individuum 4 Cubikf. Luft in der Minute bestimmt ist, so führen diese eine Quantität Wärme weg, welche dem Unterschiede zwischen der Wärme der äußern und innern Luft gleich ist. Auch wird ein beträchtlicher Verlust durch Auf- und Zumachen der Thüren herbeigeführt werden, ohne die Lüftung zu befördern; aber die Zimmerwärme wird durch diese theilweisen Veränderungen nicht so verändert werden, daß man sie nothwendig mit in Rechnung bringen müßte. *)

---

*) Wenn eine Thüre beständig offen ist, und h für ihre Höhe gesetzt wird, und wir betrachten den Punct der Höhe, wo die Luft nicht in Bewegung ist, als die Hälfte der Höhe, b als die Breite, dann ist das Maas des Raumes, durch welchen Luft eintritt $= \frac{1}{2} h b$; und setzen wir diesen Ausdruck für a in der Formel $\frac{B}{300} \times \sqrt{\frac{212 + t}{h(t - x)}} = a$, so haben wir $B = 150 b h^{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{t - x}{212 + t}}$. Dieß setzt voraus, daß die Schnelligkeit auf allen Puncten in der Höhe gleich ist, aber sie wird varriiren, so wie man der Mitte oder fast der Mitte sich nähert; nach den Grund-

Die Spalten und Risse rund um Fenster und Thüren lassen auch eine beträchtliche Menge Luft ein- und ausströmen, ohne die Lüftung zu unterstützen; denn die Beschaffenheit der Luft wird nicht verbessert, wenn Luft an einem Orte entweichen kann, welche weit unter der Decke liegt; und es scheint nach der vorhergehenden Note, daß auf dem äußersten Puncte der Jahreszeit, für welchen die Wärmemenge geschätzt werden soll, in runder Zahl 11 Cubikfuß in einer Minute durch jede Thüre und jedes Fenster der äußern Luft mitgetheilt werden. Innere Thüren lassen auch Luft zu; aber diese ist wärmer, und im Allgemeinen etwa äquivalent der, welche zur Erstattung der Lüftung durch die Decke erfordert wird, und braucht also nicht berücksichtigt zu werden.

66. Die starre Materie der Wände, Fußboden und Decken des Zimmers nimmt, ist sie erst bis zur Temperatur der Luft erwärmt worden, immer nur eine kleine Menge von Wärme auf, wenn sie, wie gewöhnlich, aus Holz, Ziegelsteinen und andern schlechten Leitern gebildet sind. Aber das Glas der Fenster läßt eine bedeutende Menge Wärme durchströmen; wir müs-

---

sätzen variibler Mengen müßte also der obige Ausdruck mit dem Nenner des Höhenmaaßes dividirt werden; daraus folgte $B = 100\, b h^{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{t - x}{212 + t}}$; wo B die Menge der in 1 Minute abfließenden Luft in Fuß ist; und wenn $t - x = 26{,}7^{\circ}$, so bekommt man $B = 35\, b h^{\frac{3}{2}}$. Das Einströmen von Luft durch Risse und Fugen an den Seiten von Thüren und Fenster kann durch diese Gleichung leicht geschätzt werden; wo b die Summe der Horizontal-Breiten der Fugen im Fuß seyn muß. Die Breite der Oeffnung der Fugen einer gutgefütterten Thüre darf nur $\frac{1}{200}$ eines Fußes ausmachen; aber meistentheils ist sie zweimal so groß, und in diesem Falle ist $B = 0{,}34\, h^{\frac{3}{2}}$. Und wir sehen, daß hohe Thüren eine größere Neigung haben einen Raum zu kühlen, als in Verhältniß zur Zunahme der Höhe. Die mittlere Höhe ist ohngefähr 7 Fuß; und nimmt man sie zu 8 Fuß an, um Boden und Decke einzurechnen, so wird die ausströmende Menge bei einer Temperaturdifferenz von $26{,}7^{\circ} = 11\frac{1}{4}$ Cubikfuß; und dieselbe Menge kann für Fenster angesetzt werden.

sen also die kühlende Wirkung der äußern Luft am Glas betrachten.

Um die Wärmemenge, welche jede Minute durch das Glas hindurchgelassen wird, zu bestimmen, wird es am besten seyn, wenn wir die Quantität Luft messen, welche von der Temperatur des Zimmers zu der der äußern Luft abgekühlt ist. Die Grundsätze sind Cap. III. Art. 37 bis 42. für diesen Zweck aufgestellt worden; und nach diesen Sätzen kann man sehen, daß die Quantität Luft, welche in einer gegebenen Zeit erkältet worden ist, sich gerade wie die Oberfläche des Glases, welches der äußern Luft ausgesetzt ist, verhält: und wird folglich bei jeder Variation der Temperatur constant seyn. Dieses Resultat ergiebt sich durch Messung der Wärmemenge, welche in der Quantität der bis zur nämlichen Anzahl von Graden erwärmten Luft entweicht, als der Ueberschuß der Temperatur der Wärmegebenden Oberfläche *).

67. Regel. Wenn die ganze Oberfläche des Glases mit 1,5 multiplicirt wird, so giebt das Product die Zahl der Cubikf. Luft, welche in einer Minute von der Temperatur des Raumes zu der der äußern Luft abgekühlt wird.

Aus diesen Schätzungen der abkühlenden Ursachen läßt sich leicht eine allgemeine Regel mit hinreichender Genauigkeit für die Praxis ableiten.

---

*) In einer Note zu Art. 42. haben wir gesehen, daß $0{,}000644\,(T-t)\,s = \varepsilon$, wenn die wärmegebende Oberfläche Glas ist. Aber die Wärme der Glasoberfläche wird im Allgemeinen geringer seyn, als die mittlere Temperatur des Raumes, und im äußersten Falle der Kälte kann diese Differenz zu $\frac{1}{6}$ angenommen werden; wenn also $T - t = \varepsilon$ ist, so haben wir $\frac{5 \times 0{,}000644\,s}{6} = 1$ oder $s = 1863$. Da nun diese Größe der Oberfläche 2850 Cubikf. Luft von der Temperatur des Zimmers bis zu der äußern Luft abkühlt, so bekommen wir $1863 : 2850 = 1 : 1{,}5$, d. i. 1 Cubikfuß Glasoberfläche wird $1\frac{1}{2}$ Cubikfuß Luft von der Temperatur des Raumes zu der äußern Luft in 1 Min. abkühlen, welches oben in der Regel aufgenommen wird.

68. **Regel.** In öffentlichen Gebäuden, Wohnhäusern u. s. w. ist die Menge der in 1 Min. zu erwärmenden Luft, in Cubikf., gleich der 4mal genommenen Zahl der Menschen, welche der Raum einnehmen kann, addirt zu der Anzahl von Thüren und Fenstern, welche nach außen gehen, 11 mal, und zu der Fläche Glas (in Fuß), welche der äußern Luft ausgesetzt ist, 1½ mal genommen: die Summe wird die Quantität in Cubikfuß ausdrücken, welche im Art. 44. zu gebrauchen ist, um die Quantität der Oberfläche der Dampfröhre, oder im Art. 53., um die Quantität des Feuermaterials zu berechnen *).

Sind doppelte Fenster da, und schließen sie so gut, daß jeder Luftzug zwischen ihnen aufgehoben wird, dann hat die Abkühlung blos durch die Lüftung statt; d. i. die Anzahl der in dem Raume enthaltenen Personen 4 mal genommen, wird die Zahl der Cubikf. Luft geben, welche in 1 Minute zu erwärmen sind.

Sind die Fenster nur luftdicht, so kann die Multiplication ihrer Zahl mit 11 unterlassen werden.

Wird der Cubikinhalt eines Raumes in Fuß, durch die in 1 Min. zu erwärmende Luftmenge dividirt, so giebt der Quotient ziemlich genau die Zahl der Minuten, welche erforderlich sind, um den Raum zu einer gegebenen Temperatur zu erwärmen; die Luftzüge werden während der Zeit geschlossen. Aber dieß findet man bald durch Erfahrung; bei Doppelfenstern ist es recht gut eine Extra-Röhre zu haben, um die Temperatur zur erforderlichen Höhe in einer kürzern Zeit zu erheben. Und in der That, bei dieser Methode erspart man in manchen Fällen Zeit und Wärme.

---

*) Wenn P die Anzahl der in einem Raume zu fassenden Personen ist, F die Anzahl der Fenster und G die Fläche Glas: dann ist $4P + 11F + 1{,}5\,G = A$. Daher ist (nach Art. 44. Note) die Oberfläche des Dampfgefäßes s in Fuß $= \frac{(t - t').(4P + 1F + 1{,}5\,G)}{2{,}1\,(75 - t)}$.

Ueber Lüftung und Wärmeverlust in Gewächshäusern u. s. w.

69. Ob man gleich glaubt, daß es vortheilhaft sei, den Gewächshäusern im Winter nach Gefallen Lüftung zu geben, so glaub' ich doch, daß man keine besondern Luftzüge anzubringen braucht; denn durch die Oeffnungen zwischen dem Glase und seiner Einfassung in den Glasfenstern der Gewächshäuser läßt gerade die gehörige Lüftung zu; und diese ist vielleicht auch besser, weil so die Luftströme ertheilt, aber nur schwach sind. Daß die Pflanzen Sauerstoffgas verzehren, außer wenn sie unmittelbar den Sonnenstralen ausgesetzt sind, ist bekannt, und Saussure hat die Beobachtung gemacht, daß Blüthen manchmal doppelt so viel Sauerstoffgas verzehren als Blätter.

70. Wärmeverlust. — Das Ein- und Ausströmen der Luft durch die Oeffnungen zwischen dem Dachfensterglas kann mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt werden, so, daß man im Stande ist, diese Wirkung in der kältesten Jahreszeit aufzuheben. Die mittlere vertikale Höhe des schiefen Daches eines Gewächshauses ist ohngefähr 10 Fuß, und wenn die Differenz der Temperatur zwischen der äußern und innern Luft 13,3° ist, da wird ein erträglich gearbeitetes Glasfenster $5\frac{1}{2}$ Cubikfuß kalte Luft in 1 Minute für jeden Fuß in der Länge des Hauses einlassen *).

---

*) Indem ich das Mittel von den Oeffnungen zwischen den Fugen des Glases in Gewächshäusern, wo man nicht besondere Sorgfalt darauf verwendet, nahm, fand ich, daß es ohngefähr 0,007 Fuß für jeden Fuß der Höhe vertikal gemessen betrage. Daher wird die Gleichung (Art. 65. Note) mit 0,007 multiplicirt, die Luftmenge in Cubikfuß ausdrücken, welche in 1 Minute einströmt; denn dieß ist nur ein besonderer Fall der nämlichen Aufgabe, wenn die Luft durch gleichweit von einander abstehende Oeffnungen ausfließt. Also

$0{,}7\, b h^{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{t - x}{212 + t}} = B$; wo b die Länge des Glasdaches in

Bei der nämlichen Höhe des Daches und der nämlichen Temperaturdifferenz wird ein gutgearbeitetes Dach $2\frac{1}{4}$ Cubikf. kalte Luft einlassen.

Aber damit wir durch zu kleine Angaben nicht irren, so wollen wir annehmen, daß in jeder Minute 5 Cubikf. für jeden Fuß in der Länge einströmen, wenn die Höhe des Daches nicht viel von 10 Fuß variirt. Und da die durch Glas entweichende Wärme schon geschätzt ist, (Art. 67.) desgleichen auch die durch die Fugen um die Thüren einströmende Luft (Art. 65.), so gilt folgende practische Regel für Gewächshäuser.

Regel. Die durch das Feuermaterial erzeugte Wärme soll hinlänglich seyn, so viel Cubikf. Luft in 1 Minute von der Temperatur der äußern Luft zu der des Hauses zu erheben, als 5 mal die Länge des Glasdaches in Fuß, addirt zu $1\frac{1}{2}$ mal die ganze Fläche des Glases in Fuß, und zu 11 Cubikfuß für jede Thüre beträgt *).

Daher ist es offenbar von Wichtigkeit nicht mehr Glas anzubringen, als zum Zulassen des Lichtes erfor-

---

Fuß ist, h seine vertikale Höhe in Fuß, und B die Menge der in einer Minute ausströmenden Luft in Cubikfuß. Wenn $t - x = 13{,}3^{\circ}$, und $h = 10$ Fuß, dann ist $B = b \times 5{,}5$ Cubikf. in 1 Min., welches der Fall im Texte ist.

Ist ein Fensterdach sehr gut gearbeitet, so werden die Oeffnungen, in einem Fuße vertikal, nicht mehr betragen als 0,003 Fuß, welches $2\frac{1}{4}$ Cubikf. für die Minute für jeden Fuß in der Länge giebt; und beim Verschließen mit bloßem Glas kann man keine geringere Quantität annehmen, ohne entweder mit Metall oder mit Kitt die Fugen zu verbinden.

Etwas verdient noch bemerkt zu werden, daß, wenn die vertikale Höhe des Daches viel geringer ist, als die Höhe des Hauses, die Art zu rechnen nicht vollkommen richtig ist; aber im Allgemeinen ist sie für die Praxis hinlänglich accurat.

*) Man lasse D die Anzahl von Thüren, G die Fläche des Glases und L die Länge des Hauses seyn, dann ist $5L + 1\frac{1}{2}G + 11D = A$. Daraus ergiebt sich für die Fläche der Dampfröhre $s = \frac{(t-t').(5L + 1\frac{1}{2}G + 11D)}{2{,}1\ (75-t)}$. (Art. 44.)

dert wird; eben so klar ist der Nutzen eines Vorhauses oder doppelter Thüren.

71. In Treibhäusern, welche bei einer erhöhteren Temperatur zu erhalten sind, müssen wir auf einen größern Einfluß von kalter Luft rechnen, und diese sind auch sehr verschieden in ihrer Höhe.

Die größte Differenz zwischen der Temperatur eines Treibhauses und der äußern Luft wird schwerlich 2° überschreiten; um die Wärme für diesen Kältegrad zu erlangen, kann folgende Regel zum Grunde gelegt werden *).

Regel. Zur Länge des Treibhauses in Fuß, multiplicirt mit der Hälfte der größten vertikalen Höhe in Fuß, wird $1\frac{1}{2}$ Mal die ganze Fläche des Glases und 11 Mal die Zahl der Thüren addirt; die Summe wird die Zahl der Cubikfuß der in 1 Minute von der Temperatur der äußern Luft zu der des Treibhauses zu erwärmenden Luft ausmachen; welche Zahl, wie in Art. 44. benutzt, die Quantität der Dampfröhrenoberfläche, und wie in Art. 53. die Quantität des Feuermaterials geben wird **).

Winde ***), welche nicht allein durch Abkühlung der äußern Flächen, sondern auch dadurch zur Wär-

---

*) In einer Note zu Art. 70. haben wir $0{,}7\,b\,h^{\frac{3}{2}}\sqrt{\frac{t-x}{212+t}} = B$; und wenn $t - x = 22°$ ist, so haben wir beinahe $\frac{b\,h^{\frac{3}{2}}}{4} = B$. Als eine einfache annähernde Regel für die Praxis könnte man annehmen $\frac{b\,h}{2} = B$; wenn h die ganze vertikale Höhe des Hauses ist.

**) D, G, L, h wie in den beiden vorhergehenden Noten angenommen, so ist $\frac{1}{4}\,L\,h^{\frac{3}{2}} + 1{,}5\,G + 11\,D = A$; die Dampfröhrenoberfläche $s = \frac{(t-t').(\frac{1}{4}\,L\,h^{\frac{3}{2}} + 1{,}5\,G + 11\,D)}{2{,}1\,(75-t)}$.

***) Ihre Wirkung in dieser Rücksicht hat zwar Prof. Leslie auch studirt, aber so lange man Beobachtungen über die

meverminderung wirken, daß sie die Luftcirculation durch Risse und Fugen vermehren, so wie Regen und Schnee sind als Ursachen der Abkühlung so mit in Rechnung gebracht worden, daß der Grad der äußern Luftwärme immer niedriger angenommen worden ist, als es andrer Seits nöthig war.

72. Sommerlüftung der Treibhäuser. — Wo die Treibhäuser so gebaut sind, daß sie fixirte Fenster haben, da muß für die heißesten Sommertage gesorgt werden, daß durch eine Anzahl von Oeffnungen die Wärme in den gehörigen Schranken erhalten werde. In unsern Klima, wo im Sommer die Temperatur im Schatten bisweilen auf 24° steigt, können die Sonnenstralen die Temperatur in einem verschlossenen Treibhause wohl bis auf 40° bringen. Da nun ohne Nachtheil der Pflanzen die Wärme nicht über 28° steigen darf, so muß man die höhere Erwärmung durch Lüftung zu verhindern suchen. Hierzu dient folgende Regel.

Regel. — Man mache die Summe des Umfanges aller obern Ventilatoren in Fuß gleich der Länge des Querbalkens addirt zur Höhe des aufrechtstehenden Glases auf der vordern Seite, wenn solches da ist, multiplicirt durch die Länge des Hauses, alles in Fuß; dividirt durch die Quadratwurzel aus der Höhe (vom Boden des Hauses bis zu der Oeffnung, durch welche die erwärmte Luft entweicht) gezogen und sechsmal genommen *).

Stärke der Winde nicht mit Beobachtungen über die Temperatur verbindet, wird es schwierig seyn, darüber genaue Regeln zu geben.

*) Wir haben gefunden, daß, wenn T die Temperatur der Wärmequelle ist, 0,000644 s (T — t) = ε (Art. 42. Note); in dem jetzigen Falle ist T = 40°, t = 28° und ε = 28° — 24° = 4°; also $s \frac{4}{0{,}000644 \,.\, 12} = 504{,}7$; folglich würden 504,7 Fuß Glasoberfläche, wenn sie gradauffallenden Sonnenstralen ausgesetzt

Die Oeffnungen, um kühle Luft zuzulassen, sollten von der nämlichen Größe seyn; denn die Ausdehnung der Luft bei einem Wechsel der Temperatur von 4° ist ohngefähr der 60ste Theil ihres Umfanges. Beispiele hierzu findet man im IX. Capitel.

Ueber Lüftung der Spitäler, Krankenhäuser u. s. w.

73. In Häusern, wo Kranke aufgenommen werden, bieten sich sehr viele Umstände dar, welche alle auf Verschlechterung der Luft hinarbeiten: riechende Ausdünstung, riechender Odem, Fußschweiße, schlechte Wunden u. a. m. Wo aber für die Wiedererhaltung der Gesundheit gesorgt werden soll, da ist reine Luft doppelt nothwendig. Daher sollte man hier 6 Cubikfuß Luft für 1 Min. auf jedes Individuum rechnen. In warmen Wetter wirken alle diese Umstände, welche die Luft verschlechtern, in erhöhtern Maasstabe, und daher ist Lüftung im Sommer noch viel nöthiger, als im Winter.

74. Da alle Luftarten die Eigenschaft haben, sich zu vermischen, wenn sie lange in Berührung bleiben, so müssen wir uns bemühen, alle unreine oder schädliche Luft sogleich zu entfernen, so wie sie sich er-

---

würde, 2850 Cubikfuß Luft in 1 Min. erwärmen, oder jeder Fuß Oberfläche $5\frac{1}{2}$ Cubikf. Luft in 1 Minute erwärmen. Man lasse LR die Oberfläche seyn, auf welche die Sonne wirkt, dann ist $5{,}5\ LR = B$; und dieser Werth von B wird in die Gleichung, Art. 64. Note, eingerückt, und $t - x = 4^\circ$ gesetzt; so haben wir $\frac{B}{300} \times \sqrt{\frac{212 + t}{h\,(t - x)}} = \frac{0{,}14\ LR}{\sqrt{h}} = a$ oder $\frac{LR}{7\sqrt{h}} = a$ nicht ganz genau. Hier ist L die Länge des Hauses in Fuß, R die Länge des Querbalkens addirt zur Höhe des Glases an der vordern Seite, wenn dergleichen da ist, ebenfalls in Fuß; h die Höhe vom Boden des Hauses bis zu dem Orte, wo die erwärmte Luft entweicht, in Fuß. Daß das Thermometer im Schatten auf 24° steigt, ist schon vorgekommen und ich habe selbst durch die Wirkung der Sonne auf Luft hinter Glas das Thermometer bis auf 44° steigen sehen.

zeugt hat; und deswegen also muß die Lüftung ununterbrochen seyn. Aber das Bestreben der Luftarten sich zu vermischen, wird durch Bewegung vermehrt; daher sollte man auch jede Bewegung der Luft vermeiden, außer wo zu bestimmten Zeiten starke Luftzüge durch die Zimmer zu ihrer Reinigung geleitet werden *).

75. Wir haben zwei Mittel eine fortgesetzte Lüftung hervorzubringen: entweder durch Wärme oder durch mechanische Kraft. In den meisten Fällen kann man beide mit dem größten Vortheil anwenden, und immer die größte Wirkung hervorbringen, wenn sie unmittelbar auf die unreinsten Luftarten im Zimmer wirken. (Vergl. Art. 62.)

Nach diesen Grundsätzen wird also Alles, was leichter als die atmosphärische Luft ist, sich nach der Decke des Zimmers hinziehen, und durch nicht zu weit von einander angebrachte Luftzugröhren entweichen. Diese Luftzugröhren müssen von gleichem Durchmesser seyn; denn jede Ausdehnung bringt Rückströmungen hervor und hindert das Entweichen der Luft. Jede Röhre muß für sich bestehen; denn wenn Luftströme aus verschiedenen Oeffnungen in der nämlichen Röhre zusammenträfen, so würden sie sich kreuzen und den Luftzug unterbrechen. Werden aber die Röhren von einem Stockwerke miteinander verbunden, so müssen sie alle gleiche Höhe haben; sonst würde durch einige

---

*) Um Gerüche oder gar Ansteckungsstoffe zu zerstören, ist blose frische Luft oft nicht hinlänglich, oder sie wirkt nur sehr langsam. In diesen Fällen bedient man sich der Essigsäure, der Salpeter- oder schwefeligen Säure und der überoxydulirten Salzsäure oder der Chlorine. Die erste wird durch Kohlen verflüchtigt, die letztern können alle erst aus ihren Salzen entbunden werden. Die beste, Gerüche und Ansteckungsstoffe zerstörende Räucherung giebt ohnstreitig die Chlorine, weil sie ungemein mächtig und wirksam ist. Eine kleine Menge, daß sie den Kranken durchaus nicht bemerklich wird, thut schon ihre Dienste.

derselben kalte Luft niederströmen, und geschähe dieß nicht, so würde doch die Wirkung der kürzern geringer seyn, als die der andern *).

Aber mehrere Röhren desselben Stockwerks können mit Vortheil in Einem gemeinen Luftzug sich öffnen, und dieser Hauptluftzug, endige sich nun mit ihm eine oder mehr als eine Röhre, sollte einen beweglichen Deckel mit einer Fahne haben, um seine Oeffnung vom Winde wegzudrehen; aber dergleichen Windfahnen, sind sie nicht mit der gehörigen Genauigkeit verfertigt, oder werden sie nicht in guter Ordnung gehalten, bringen sehr unangenehme Töne hervor **). Daher können wir öfterer den Hauptluftzug auf diese Weise einrichten, wie die 29ste Figur (Taf. X.) zeigt.

Diese Luftzüge können von einem dünnen Metalle gearbeitet und schwarz angestrichen seyn, um der freien Wirkung der Sonnenstralen ausgesetzt werden zu können. Die obere Kappe verhindert, daß der Wind von oben hineinbläßt, und bei horizontalem Winde wäre schon der untere Kegel hinreichend. Die Wirkung dieses Kegels sieht man leicht ein, wenn man die nächste Figur (Fig. 30. Taf. X.) zu Hülfe nimmt; denn ein Windstoß, welcher sich in der Richtung AB bewegt, trifft auf die schiefe Fläche B, wird von seinem Wege abgelenkt und geht nun über die Oeffnung C hinweg, indem er der aufsteigenden Luft Raum läßt; ja auf diese Weise wird der Luftzug nur noch stärker, anstatt unterbrochen zu werden.

Das Maas der Röhren im Durchschnitt darf nicht größer seyn, als für das äußerste Maas der

---

*) Bei Heizung durch Oefen ist diese Lüftungsmethode unzuläßlich; denn es würde entweder durch die Lüftungsröhre kalte Luft einströmen, oder der Ofen würde rauchen.

**) Wenn sie in Blei gehen, knarren sie viel weniger.

Lüftung bestimmt worden ist; denn eine größere Röhre, als nöthig ist, wird entweder einen doppelten Luftzug zulassen, oder der aufwärtssteigende Strom wird durch Rückströmungen aufgehalten werden.

Die beste Form für den Mund der Röhre mit ihrem Register wird die runde seyn, wie in der nächsten Figur (Fig. 31. Taf. X.), mit einer abgewogenen runden Platte P, um sie verschließen zu können. Die Platte muß größer seyn, als die Oeffnung, damit die Luft in einem horizontalen Strome ziehen kann, um auf diese Art die der Decke zunächst liegende Portion Luft wegzuführen. Ohne diese Vorrichtung würde die Luft unmittelbar unter dem Zuge auf die Röhre drücken, und sehr wenig der schlechtesten Luft, welche sich an der Decke gesammelt hat, entweichen.

76. Für eine flache oder wenig gewölbte Decke schickt sich diese Lüftung sehr schlecht. Jene muß vielmehr immer etwas gewölbt oder von der Form einer abgestutzten Pyramide seyn, wie es die folgende Figur (Fig. 32, Taf. X.) zeigt, so daß im Mittelpuncte der Wölbung oder der Pyramide die Luftzugröhre angebracht ist.

Oder man könnte auch Curven anzuwenden versuchen; Decken der Art würden nicht theurer seyn als flache; sie sehen überdieß besser aus, und sind auch besonders geschickt, eine gute Lüftung zuzulassen.

Von der Decke aus kann man nicht immer die Zugröhre in einer vertikalen Richtung fortführen; dann ist aber kein Grund dagegen, sie in eine fast horizontale Lage zu bringen, vorzüglich wenn der vertikale Zug eine beträchtliche Höhe hat; und beide Umstände treffen fast immer glücklich genug zusammen. Die 31te Figur (Taf. X.) giebt eine Ansicht hiervon: die horizontale Zugröhre geht zwischen dem Balken der Decke hin, wie AB zeigt; sie darf nicht hoch seyn, damit sie, wo es nöthig ist, die Balken nicht zu tief

schneide. Aus dieser Figur kann man auch sehen, wie die Balken gelegt werden können, um sie im Mittelpunkt zusammen kommen zu lassen, ohne Raum zu verlieren. Eine flach gewölbte Decke würde das äußere Ansehen sehr verbessern. C ist eine Schnure, welche über die Rolle D gelegt ist, um die Platte P auf- oder niederzulassen. (Art. 62.)

77. Nun soll betrachtet werden, wie der Zufluß der frischen Luft erhalten und geregelt werden kann; denn würde für diesen nicht gesorgt, so würde ein doppelter Luftstrom in den Luftröhren entstehen.

Im Sommer muß man, wo möglich, die frische Luft von der Schattenseite des Gebäudes zu leiten, und zu diesem Zwecke über einem großen Raum viele Oeffnungen anbringen. Ueber diese Oeffnungen spannt man ein feines Drahtgitter (Drahtgaze) aus, um die Luft in viele kleine Strömungen zu spalten, und dadurch fast unmerklich zu machen. Gehen Fenster auf die Schattenseite aus, so wird die Lüftung leicht durch Oeffnungen der untern Flügel (nicht der obern) bewerkstelligt. Gehn sie nicht auf die Schattenseite, so wird die Luft am besten durch Luftröhren von dieser Seite zugeführt, und diese können sogleich eine Einrichtung erhalten, welche sie für die Winterheizung nützlich macht. Aber auf welche Weise solche Röhren angelegt werden, immer müssen sie am Boden und so angebracht seyn, daß sie im Allgemeinen und untereinander keinen Zug hervorbringen. Werden sie im Fußboden eingesenkt, so dürfen sie nicht zu nahe den Luftzügen oder dem Hauptluftzuge in der Decke angebracht werden

Wie schon oft erwähnt worden ist, müssen diese Luftzüge einen größern Raum einnehmen, als die an der Decke, um die Schnelligkeit der abziehenden Luft zu vermindern; aber wo die Lüftung mit Röhren eingerichtet ist, wird der Mund der Röhre, oder der Eingang der frischen Luft mit Vortheil den Luft-

röhren an der Decke gleich oder gar kleiner gemacht werden.

78. Eine andere Untersuchung ist die, wie schweere Unreinigkeiten der Luft fortgeschafft werden können, welche in den Röhren zufällig sich gesammelt haben. Wenn dieß in einer Röhre für frische Luft geschehen wäre, würde die kalte Luft mit Schwierigkeit eintreten, und kein Streben haben, uns von den schweeren Gasen zu befreien, schon wegen ihrem Gleichgewichte mit der jetzt specifisch schweereren atmosphärischen Luft. Diese Art der Verstopfung muß man also zu entfernen suchen.

Nun ist eine kleine Kraft hinreichend, die durch das kohlensaure Gas, (welches zufällig zerstreut ist, weil es sich eher condensirt hat, als es zu den Luftröhren gelangen konnte) schweerer gemachte Luft abzuziehen; dieß also scheint mir vermittelst eines Ventilator's am besten geschehn zu können, wie ihn Dr. Heles erfunden hat, oder vermittelst des noch viel einfacheren von John Taylor *), welcher durch eine, nach den Grundsätzen eines Uhrwerks geregelte Kraft

---

*) Sind die Theile in's Gleichgewicht gesetzt, so läßt sich der Widerstand der Taylor'schen Maschine leicht berechnen. B sey die Luftmenge, welche in der Minute auszutreiben ist, und a der Durchschnitt der Röhren, dann ist $\frac{B}{60\,a}$ die Geschwindigkeit in Fuß in der Secunde, und $\sqrt{64\,h} = \frac{B}{60\,a}$ nach hydrodynamischen Grundsätzen; h ist hier die Höhe der Luftsäule in Fuß, deren Gewicht die Geschwindigkeit hervorbringen würde, und wir haben also $h = \frac{B^2}{230400\,a^2}$, als die Höhe dieser Säule oder $h\,a \times 0{,}0753 = \frac{B^2}{174791\,a}$. In der Ausführung verliert man ungefähr die Hälfte der Wirkung durch die Reibung der Maschine, durch die Reibung der Luft und durch die Kraft, die auf das Oeffnen der Klappen verwendet wird. Es wird also $\frac{B^2}{87000\,a}$

wirkt mit Zufügung eines Apparates zu Oeffnung der Klappen. Der Mühaufwand, jeden Tag zur Unterhaltung seiner Wirkung ein Gewicht aufzuziehen, würde viel geringer seyn, als der Aufwand von Brennmaterial und Aufmerksamkeit, wenn man die nämliche Wirkung durch Feuer hervorbringen wollte, ohne doch über sie selbst sicher zu seyn.

Um die gewünschte Wirkung hervorzubringen, scheint es am besten zu seyn, an verschiedenen Stellen der Züge Gitter zu haben, von welchem jeden Röhren zu dem Orte des Ventilators ausgehen; die Gitter können mit Schiebern versehen werden, auf daß man ihre Wirkung mehr auf einzelne Theile, wie es nur erforderlich ist, zu beschränken vermag.

Pf. mit einer Geschwindigkeit von $\sqrt{\frac{60\,a}{B}}$ Fuß in der Secunde erfordert, oder eine mechanische Kraft von $\frac{B^3}{5220000\,a^2}$ Pfund mit einem Fuß Geschwindigkeit oder noch besser $B\left(\frac{B}{2285\,a}\right)^2$ = der mechanischen Kraft. Die Kraft eines Menschen, welcher auf diese Weise in Wirkung ist, kann in der Secunde nicht über 20 Pf. 1 Fuß hoch heben, also $\frac{B}{20}\left(\sqrt{\frac{B}{2285\,a}}\right)^2$ ist die Anzahl von Menschen, um B Cubikf. Luft in der Minute zu pumpen. Es ist natürlich, daß, je größer man a macht, desto weniger Kraft nöthig ist. Wenn wir $a = 1$ □ Fuß setzen und $B = 470$ Cubikfuß in der Min., so ist $\frac{B}{20}\left(\frac{B}{2285\,a}\right)^2 = \frac{470}{20}\left(\frac{470}{2285 \times 1}\right)^2 = 1$ nahe: also würde ein Mensch mit der genannten Stärke 470 Cubikfuß Luft in 1 Min. pumpen können. Das Verhältniß der Schnelligkeit durch die Röhre zu der des Cylinders ist gleich dem Verhältniß des Durchmessers des Cylinders zu dem der Röhre; ist das Verhältniß verschieden, so wird ein Wirkungsverlust Statt finden.

Diese Erfindung könnte, gehörig für den Fall abgeändert zur Lüftung der Kohlengruben, so wie anderer Bergwerke angewandt werden. Eine Dampfmaschine von der Kraft von 11 Pferden wäre hinreichend, die Maschine für eine Grube von 1 □ Meile in Bewegung zu setzen.

79. Noch eine andere Lüftungsart der Spitäler sind die sogenannten Wasserclosets (Water-closets). Diese Art kann man jedoch nicht gut mit der andern verbinden; aber sie kann leicht angebracht werden, wenn die Umstände zusammentreffen, daß ein Ort in der Nähe ist, wo ein Kocher mit heißem Wasser nothwendig ist.

Man läßt dann von dem hinlänglich starken Deckel des Kochers eine Röhre, nach Art des Wurms der Destillateurs zur Mitte einer Luftröhre aufsteigen, durch die Closets und zum Kocher durch eine kleinere Röhre zurückkehren, welche mit einem Hahne versehen ist, um die Luft herauszulassen, wenn der Apparat in Wirkung gesetzt ist. Der Dampf wird aufsteigen, sich in der Dampfröhre verdichten, und eine hinlängliche Menge Wärme der Luft der Luftröhre darbieten, welche oben offen und mit einer Wetterfahne versehen ist; ihre Wirkung wird seyn, einen beständigen Luftstrom hervorzubringen, während andre Luft aus den Gängen des Hauses zuströmt.

Eine andere Methode kann folgendermaßen angewendet werden. Man bringe in einem hinlänglich großen Zuge eine kupferne Röhre an, welche den Rauchfang für ein beständig zu unterhaltendes Feuer abgiebt. Die Wärme, welche eine Röhre von dieser Art der Luft des Zuges, welche sie umgiebt, mittheilt, wird einen aufsteigenden Luftstrom hervorbringen, wodurch also die Lüftung des Zimmers ohne Störung oder große Aufmerksamkeit bewerkstelligt wird. Kann die kupferne Röhre den Rauchfang eines verschlossenen Feuerplatzes oder eines solchen für einen Kocher abgeben, so wird sie noch viel kräftiger wirken.

80. Die gewöhnlichen Mittel, Spitäler zu lüften, gründen sich alle auf die Bedingung, daß die Spitalluft leichter ist, als die atmosphärische. —

Anhang.

Ueber die Veränderung des Verhältnisses der Bestandtheile der atmosphärischen Luft bei Mangel an Lüftung.

Man nehme an, ein Raum enthalte so viel Personen, daß b Cubikfuß unreiner Luft erzeugt werde, und daß die Lüftung v Cubikfuß in der nämlichen Zeit fortführt; beide, reine und unreine Luftarten mögen sich unter den günstigen Umständen vermischen; der cubische Inhalt des Raumes sei B Fuß.

Die unreine Luft wird durch den Raum B ausgebreitet werden, so daß dieser $\frac{B+v}{b}$ mal gegen sein anfängliches Maas ausgedehnt wird, folglich wenn eine Menge Luft $= b$ entfernt wird, so würde immer nur $\frac{b^2}{B+v}$ unreiner Luft entfernt werden; und da nur v durch Lüftung zu entfernen ist, so haben wir $b : v = \frac{b^2}{B+v} : \frac{bv}{B+v} =$ der Quantität von unreiner Luft, die in einem Zeitpuncte durch Lüftung entfernt worden ist. Nachdem der Raum einige Zeit t hindurch mit Menschen angefüllt gewesen ist, wird die Quantität der entfernten unreinen Luft zu der in der nämlichen Zeit erzeugten, sich verhalten wie

$$\left\{\frac{b}{m} + \frac{bm-b}{m^2} + \frac{(bm-b)^2}{m^3} + \ldots\ldots \frac{(bm-b)^{t-1}}{m^t}\right\} : b;$$

oder wie $\left\{1 + \frac{m-1}{m} + \left(\frac{m-1}{m}\right)^2 + \ldots\ldots \left(\frac{m-1}{m}\right)^{t-1}\right\} : v;$ hier ist $m = \frac{B+v}{v}$. Die Summe der Progression ist $m\left\{1 - \left(\frac{m-1}{m}\right)^t\right\}$, und wenn wir für m seinen eigenen Werth setzen, so ist das Verhältniß $1 - \left(\frac{B}{B+v}\right)^t : 1.$

Nun ist es aber natürlich, daß, welchen Werth wir v geben, im Falle einer vollkommenen Verbreitung die ganze unreine Luft nicht entfernt werden kann, wenn v weniger ist als B; denn in allen diesen Fällen muß die Zeit t unendlich groß seyn. Daher werden wir zeigen, daß, wo ein gewisser Grad von Lüftung statt hat, die Anhäufung von irrespirablem Gase beständig einer Gränze, welche nicht überschritten wird, sich nähert; denn man lasse n die Menge der nicht athembaren Luft in der atmosphärischen Luft seyn, und xn die Menge, welcher sie sich nähert, aber nicht überschreitet. Wenn n der Proportion xn nahe kommt, dann würde xnv die durch die Lüftung entfernte Menge während einer Vermehrung der Menge $\frac{b}{B+v}$ seyn; würde nun weiter keine Anhäufung Statt finden, so müßten wir haben $xnv = \frac{b}{B+v}$; also $x = \frac{b}{nv(B+v)}$; und es ist schon gezeigt worden, daß die Zeit unendlich groß seyn muß, ehe dieses genaue Gleichgewicht von Abzug und Erzeugung Statt finden kann.

In der atmosphärischen Luft ist $n = \frac{4}{5}$ beinahe, folglich ist $x = \frac{5b}{4v(B+v)}$. Da ein Mann 160 Cubikfuß Zoll irrespirable Luft in der Minute dazubringt (Art. 56.), so haben wir $5b = \frac{800}{1728}$, oder fast $\frac{1}{2}$ Cubikfuß, und $x = \frac{1}{8v(B+v)}$ nahe. Wenn der Raum, welchen ein Mann einnimmt, 600 Cubikfuß wäre, mit einer Lüftung nur von 1 Cubikfuß in der Minute, so ist $x = \frac{1}{4808}$. Und ist die Lüftung nur 0,1 eines Cubikfußes, so ist x nur $\frac{1}{480}$ des ganzen irrespirablen Theiles der Luft. Einen Versuch, welcher $\frac{1}{480}$ Vermehrung angäbe, würde man gewiß als sehr genau ansehen; und wir haben gezeigt, daß auch bei dem geringen Grade von Lüftung von 0,1 Cubikfuß in der Minute unmöglich diese Gränze übersteigen würde.

Die Anhäufung von Kohlensäure kann auf die nämliche Weise betrachtet werden; ihr Antheil in der atmosphärischen Luft ist zu 0,001 gefunden worden, daher ist $n = \frac{1}{1000}$ und $x = \frac{1000\,b}{v(B+v)}$.

Ein Mann thut 32 Cubikzoll oder $\frac{1}{55}$ eines Cubikfußes in der Minute hinzu (Art 56.) oder $b = \frac{1}{55}$, also $x = \frac{1000}{55\,v\,(B+v)}$ und setzen wir $B = 600$ Cubikf., und $v = 1$, so ist $x = \frac{1}{33}$; oder der hinzugekommene Theil ist $\frac{1}{33}$ des $\frac{1}{1000}$, welcher vorher schon enthalten war. Man lasse wieder den Raum $= 600$ seyn, und die Lüftung nur 0,1 Cubikfuß in der Minute, so ist $x = 0{,}303$ oder das Verhältniß der Kohlensäure würde sich ohngefähr um $\frac{1}{2}$ gegen vorher vermehrt haben; und die Lüftung muß um vieles kleiner angenommen werden, als sie es in unsern Wohnhäusern ist, wenn sich die gewöhnliche Menge der Kohlensäure verdoppeln soll. — Bei Umkehrung der Untersuchung kommt ganz das nämliche Resultat zum Vorschein.

Fünftes Kapitel.

Ueber Kocher, die Einrichtung der dazu gehörigen Feuerheerde, und den Apparat der Kocher.

Ueber Kocher.

81. Bei der Abhandlung dieser Materie müssen wir das Material und die Form betrachten, vermittelst welcher bei dem geringsten Aufwand von Feuermaterial und mit der wenigsten Aufmerksamkeit Dampf erzeugt wird. Zugleich müssen wir am meisten auf Einfachheit, Dauerhaftigkeit und Sicherheit sehen.

82. Die Materie, aus welcher der, der unmittelbaren Wirkung des Feuers ausgesetzte Theil des

Kochers gemacht ist, muß natürlich ein guter Wärmeleiter seyn. Kupfer ist ein besserer Leiter als Eisen, aber beide leiten gut. Das Metall darf nicht polirt seyn; vielmehr wird eine offenbar rauhe und geschwärzte Oberfläche nach dem Wasser zu vortheilhafter gefunden werden. Aber für die Theile des Kochers, welche keine Wärme vom Feuer durchlassen sollen, müssen schlechte Leiter angewandt werden.

Die Form der Kocher ist verschieden; am gebräuchlichsten sind die sogenannten Lastwagen-Kocher, von ihrer Aehnlichkeit mit einem bedeckten Lastwagen so genannt; sie sind rechtwinklich, mit einer halbcylindrischen Decke, und meistentheils mit einwärts gebogenem Boden, so daß die concave Seite nach dem Feuer hinsieht; bisweilen sind auch die Seiten gekrümmt. Andre gebrauchen runde Kocher mit einem halbrunden Deckel, und auch diese haben manchmal einwärts gebogene Boden.

83. Der Boden des Kochers muß dünn seyn*), um die Wärme leichter hindurchzulassen; dadurch wird das Wasser schneller in das Sieden kommen; ein solcher Boden wird auch länger dauern, da er bei Weitem weniger Wärme braucht. Bei einem dicken Boden kann man kaum das Feuer reguliren.

Der Boden soll eine hinreichende Oberfläche haben, um die ganze Kraft des Feuers aufnehmen zu können, so weit als dieses vermögend ist, zum wenigsten bis 80° zu erhitzen; eine größere Fläche kann keinen Dampf erzeugen. Es ist offenbar ein Nachtheil, den Rauch des Feuers noch mit dem Kocher in Berührung kommen zu lassen, wenn seine Wärme geringer ist, als die des kochenden Wassers; denn bleibt er länger in Berührung mit dem Kocher, so wird er

*) Graf Rumford fand das zuerst, und Leslie hat nach ihm Versuche angestellt, nach welchen er die Vermindrung der Wirkung bei einer Vermehrung der Dicke berechnete; auch Fourier hat diesen Gegenstand untersucht.

Wärme von ihm aufnehmen, anstatt die Wirkung des Feuers zu vergrößern.

Wird ein Kocher mit höherem Drucke gebraucht, so muß der Rauch schon bei der Temperatur des Dampfes entweichen können.

84. Wenn man es der Mühe werth hielte, die mit dem Rauche bey 80° entweichende Wärme zu benutzen, so könnte das Wasser, mit welchem man den Kocher versieht, damit erwärmt werden; dadurch könnte erstlich unmittelbar die Wärme des Rauches erhalten werden, und dann würde nicht so viel Wärme für den Kocher aufgehen, wenn frisches Wasser hineingeleitet worden ist; auch würde die Dampferzeugung gleichmäßiger von Statten gehen. Um das Wasser im Ergänzungsgefäße zu erwärmen, muß der Rauch durch das Gefäß in eisernen Röhren hindurchgehen. Diese Röhren erfordern aber häufige Reinigung, und vermindern besonders in einem niedrigen Kamine, den Zug beträchtlich.

85. Die Tiefe des Wassers im Kocher braucht nicht größer zu seyn, als es nöthig ist, um etwa einen Unfall von Unachtsamkeit wegen des Feuers zu verhüten; aber wo die Wärme eine beträchtliche Zeitlang zu erhalten ist, wie in Treibhäusern, da ist es am besten, einen tiefen Kocher zu haben, um eine größere Masse von Wärme zurückzuhalten, und in diesem Falle muß man alle Vorsicht anwenden, um keine Wärme vom Kocher entweichen zu lassen. Eine beträchtliche Wassermasse hat auch bei Dampfmaschinen den Vortheil, daß sie das Schwanken in Hinsicht ihrer Kraft, die Cylinder mit Dampf zu füllen, verhüten. Auf der andern Seite erfordert ein tieferer Dampfkessel sehr viel Zeit, um das Wasser bis zum Kochen zu bringen; welches bei Heizung von Manufacturen und großen Räumen zu berücksichtigen ist. Da würde ein großer Wärmeverlust Statt finden, auch erforderte das Wasser eine etwas höhere Temperatur zu seiner Kochung. Dampfkessel werden gewöhnlich halb mit

Wasser gefüllt, und dieses Verhältniß scheint recht gut zu seyn.

86. In Hinsicht auf seinen Umfang muß der Kessel immer groß genug seyn, um alle Dampfröhren, welche zu gleicher Zeit in Wirkung sind, mit Dampf zu füllen; wenn er kleiner ist, wird einige Zeit hingehen, bis alle Röhren in voller Wirkung sind; ist er größer, so verursacht er etwas Wärmeverlust; obgleich die entweichende Wärme des Kessels noch zu manchen nützlichen Zwecken verwendet werden kann. Zwei kleinere Kocher sind immer Einem großen vorzuziehen; beide werden hart aneinander gesetzt, um weniger Masse für die Wärmeabsorption zu haben, und wenige Flächen, wo Wärme entweichen könnte, darzubieten. Zwei Kocher haben den Vortheil (und sind beinahe nothwendig), da ßman nicht vom Zufall abhängt, und Reparaturen leicht möglich machen kann. Die meiste Wirkung thut ein Kocher, dessen horizontale Fläche ohngefähr 21 □ Fuß beträgt. Bei Verdampfung von Wasser an der Luft ist eine große Fläche vortheilhaft, in verschlossenen Gefäßen ist dieß nicht der Fall.

87. Die sphärische Form scheint die beste für einen Kocher abzugeben; aber wenn er dann nicht von Gußeisen verfertigt wird, so ist sie nicht leicht zu treffen; sie verbindet den Vortheil des meisten Raumes mit der kleinsten Oberfläche, ist eine gute Form für das Spiel das Feuers, und beinahe die mächtigste, welche angewandt werden kann.

Ein Cylinder ist die nächste Form in der Einfachheit, und hat theilweise die Vortheile eines sphärischen Kochers; der Lastwagenförmige ist eine äußerst schwache Form, wenn der Boden flach ist, und noch viel schwächer, wenn der Boden convex nach der innern Seite des Kochers ist, wenn er auch fast bogenförmig wird. Das Nämliche gilt von den Kochern mit convexen Seiten. Wenn die Seiten und der Boden nach der innern Seite zu concav gemacht sind, so nähert sich die Form dem Cylinder, und je mehr

dieß geschieht, desto mächtiger wird er. Kessel von cylindrischer oder Lastwagen-Form mit flachen Enden, sind im Allgemeinen so proportionirt, daß die Weite 10 Theile, die Höhe 11 und die Länge 25 Theile ist.

88. Der zum Kocher gehörige Apparat muß einfach seyn. Es gehört dazu eine Vorrichtung, um ihn mit Wasser zu versehen, eine Sicherheitsklappe, ein Mann-Loch, um ihn zu reinigen, und einen Hahn, um das Wasser abzulassen, wenn er gereinigt werden soll. Von diesen einzeln weiter unten und bei Beschreibung der Platten.

Ueber die Feuerherde.

89. Bei der Einrichtung solcher Herde für Dampfkessel müssen wir so viel als möglich Nichts unbenutzt lassen, was die Wirkung des Feuermaterials unterstützt, und Alles vermeiden, was diese vermindern könnte. Nur wird es ohne einige Kenntnisse der Natur des Verbrennungsprocesses kaum möglich seyn, irgend Etwas Gutes auszurichten, wenn es nicht zufällig geschieht; man schifft ohne Kompaß auf der großen See, und es ist lediglich Glück, wenn man in den gewünschten Hafen einläuft.

90. Daß Brennmaterial, auf einem verschlossenen Feuerplatze angezündet, ohne einen Zufluß von Luft nicht brenne, ist bekannt, so wie auch, daß das Feuermaterial selbst, indem es verbrenne, theilweise in gasige Stoffe verwandelt wird, welche mit einem Theile der zuströmenden Luft durch die Esse entweichen; der größere Theil dieser Luft ist aber bei diesem Processe verändert; der Sauerstoff hat sich nämlich mit der Kohle und andern verbrennlichen Theilen des Brennmaterials verbunden, und Kohlensäure, Dampf u. a. m. gebildet.

Damit nun vollkommene Verbrennung des Brennstoffes Statt haben könne, muß die Luft freien Zutritt zu jedem Theil des Brennmaterials haben, und dieses

hinlänglich erhitzt seyn, um zu brennen, oder in den Stand gesetzt zu seyn, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden. Hieraus sieht man deutlich den Nutzen des regelmäßigen Anlegens des Brennmaterials ein. Dieser Nutzen ist größer in Verhältniß zu der Menge des im Brennmaterials enthaltenen Wasserstoff. Denn wenn eine große Masse von solchem Feuermaterial auf einmal in's Feuer geworfen wird, wird viel Wasserstoffgas unverzehrt entweichen, und eine große Menge Wärmestoff mit fortreißen; da doch, wenn das Material langsam in das Feuer nach vornhin geschüttet wird, das Wasserstoffgas, indem es über die rothglühenden Kohlen im hintern Theile des Herdes hinweggeht, verbrannt wird und Dampf bildet. Und da die latente Wärme dieses Dampfes nicht gering ist, so könnte man in einer horizontal fortgehenden Esse ein Gefäß von Metall anbringen, in welchem durch den condensirten Dampf Wasser für den Kocher oder für andre Zwecke erwärmt würde.

Um alle verbrennlichen Gase verzehren zu lassen, ist es nöthig, daß sie mit Luft gemischt werden, welche durch oder über das nicht mehr rauchende Feuer gegangen ist, oder durch kleine Züge oder Canäle in dem Mauerwerk rund um das Feuer so zufließt, daß sie erst erwärmt wird*), ehe sie sich mit dem brennbaren Gase mischt. Ein langsames Feuer wird also viel weniger gut seyn, als ein rasches, vorzüglich wenn dieses regelmäßig mit Material versehen wird.

91. Die Qualität der Luft, welche dem Feuer zuströmt, ist ebenfalls der Berücksichtigung werth, ob man gleich gewöhnlich eine schlechte feuchte Luft für gut

---

*) Wenn man kalte Luft zufließen läßt, um sich mit den Gasen, welche aus dem Material ausgetrieben worden sind, zu mischen, so wird sich die Temperatur dieser Gase so sehr verringern, daß sie sich nicht entzünden: denn nach Davy ist eine Temperatur, welche nicht ein Metall sichtbar zum Glühen bringt, unzulänglich, um Verbrennung zu erhalten.

genug hält. Feuchte Luft aber führt immer Wärme mit sich fort. Aber bei einem niedrigen Camine, also bei schlechtem Zuge wird dergleichen den Zug vermehren, indem er die atmosphärische Luft leichter macht: man sprengt zu dem Ende etwas Wasser in den Aschenherd, durch dessen Wärme es in Dampf verwandelt wird. Die Luft muß auch kalt seyn, wenn sie in den Aschenherd einströmt, damit sie mit größerer Schnelligkeit durch das Feuer strömen kann. Die ganze Anlage des Feuerherdes stehe trocken, denn sonst ist sie wenig dauerhaft und erfordert mehr Aufmerksamkeit.

Das Zugloch muß groß genug seyn, um das Feuer so stark anfachen zu können, als womit die größte Menge Dampf gebildet wird, welche erforderlich seyn könnte; aber nicht größer; es muß sich nach dem Feuer hin erweitern. Die Fläche der Zwischenräume zwischen den Roststäben muß natürlich viel größer seyn, als die Fläche des Ortes, welcher Luft zum Feuer zuläßt. (S. Art. 69.).

92. Das Feuer muß unmittelbar unter dem Kocher sich befinden, daß es seine ganze Wirkung auf dem Boden desselben ausüben könne; und hinter dem Feuer muß die Mischung, aus Flamme und Rauch durch eine weite und niedrige Oeffnung, der Schlund genannt, gehen; weit, damit sie sich über die größtmöglichste Fläche des Kochers ausbreiten kann, und niedrig, daß sie mit beträchtlicher Schnelle durchgehe, und folglich wider den Kesselboden angetrieben werde. Die Entfernung, in welcher Flamme und heißer Rauch noch als wirksam angesehen werden darf (Art. 83.), wird vom Zuge des Camines abhängen, und von der Natur des Feuermaterials; 3 und 6 Fuß werden die Gränzen seyn *): d. h. ungefähr 6 Fuß bei rohen Steinkohlen und gutem Zuge, und 3

*) Wenn die gasigen Stoffe, welche die Hitze aus dem Feuermaterial austreibt, mit erwärmter Luft verbrennt wird (Art. 90.), so wird der Zug noch viel weiter wirksam seyn.

Fuß bei Coks und schlechtem Zuge. Dieß wird natürlich die Länge des Bodens des Kochers bedingen. Man macht wohl auch den Zug rund um die Seiten eines langen Kessels, aber die Wärme wird sich nicht weit genug ausdehnen, um in der ganzen Länge gehörig wirksam zu seyn, und die Wirkung ist ungewiß und weniger kräftig, als wenn sie auf dem Boden ausgeübt würde. Aus gleichen Gründen ist es auch nicht vortheilhaft, den Zug durch den Kocher zurückzuleiten. Die Wärme, welche der Rauch, sobald er über den Kocher hinaus ist, noch zurückhält, kann, wie oben schon gezeigt, zu manchen Zwecken noch benutzt werden, entweder Wasser oder Luft zu erwärmen, u. a. m.

93. Demnächst haben wir die Natur der Esse zu betrachten; denn in einer verschlossenen Feuerstätte für Erzeugung von Dampf muß ein beträchtlicher Zug seyn, und dieser hängt ab von der Höhe der Esse, der Größe des Durchschnittes, und von der Temperatur, bei welcher der Rauch in dieselbe gelassen wird. Die Spitze der Esse darf nicht größer seyn, als es für die größte Menge von Feuer erforderlich ist*). Ist sie größer, so wird daraus ein wesentlicher Nachtheil für den Zug entstehen. Der in der Mitte liegende Theil der Esse sollte weiter, als an der Spitze und so glatt als möglich seyn.

Die Größe der Fläche, welche für eine gegebene Verzehrung von Feuermaterial nöthig ist, müssen wir nach der Analyse des brennbaren Stoffes schätzen; denn es ist nicht leicht, darüber einen Versuch zu machen. Nun haben wir nach Dr. Thomson's Versuchen als Producte vollkommener Verbrennung von 100 Gran Schwefelkohle

---

*) Läuft die Esse an der Spitze gehörig und regelmäßig zu, so wird für den übrigen, weiteren Theil derselben kein Nachtheil entstehen. Ist sie an der Spitze nicht weiter, als es nöthig ist, so kann der Rauch weniger von Winden niedergedrückt werden.

4,18 (1 Th. Wasserst. + 8 Th. Sauerst.) = Dampf = 38 Gr. od. 200 Cbz.
75,28 (1 — Kohlenst. + 2,75 Th. —) = Kohlens. = 282 — od. 610 —
Stickstoff der Zusammensetzung + Stickstoff der zur Verbrennung erforderlichen Luft } = Stickstoffgas = 865 — od. 2900 —
Summe der gasigen Producte 1185 Gr. od. 3710 Cbz.

Und 100 Gr. Kohlen : 7000 = 3710 : 259700 Cubikzoll = 150 Cubikf. für 1 Pf Kohlen. Aber es ist practisch unmöglich, alle die Luft, welche durch das Feuer hindurchgeht, durch ihre Verbrennung wirksam zu machen, und, nach einigen Vergleichungen mit der Praxis glaube ich, daß nicht mehr als $\frac{2}{3}$ wirksam sind; daher haben wir 225 Cubikfuß von 1 Pf. der Schieferkohle. Dieß Product wird ungefähr $\frac{1}{30}$ schweerer seyn, als das nämliche Maas Luft bei der nämlichen Temperatur; und also müssen 7° von dem Wärmeüberschuß bei Schätzung der Kraft der Esse abgezogen werden.

Coks und Holzkohlen werden ohngefähr 260 Cubikfuß für jedes Pf. geben, wenn die Berechnung eben so unternommen wird.

Für Holz werden 140 Cubikfuß, ohne Reduction der Temperatur erfordert werden. Beim Verbrennen von Holz wird man viel gewinnen, wenn man den Dunst verdichtet, indem man den Rauch durch eiserne Röhren gehen läßt.

Der Aschenherd oder das Zugloch wird im Lichten ungefähr um $\frac{1}{10}$ kleiner erfordert, als die Durchschnittfläche der Esse für Steinkohlen, und ohngefähr $\frac{3}{2}$ kleiner für Holz.

94. Es wird schicklicher seyn, nach der hervorzubringenden Wirkung als nach dem Gewichte des Feuermaterials zu rechnen: und ich will die Oeffnungen betrachten, welche nöthig sind, um 1 Cubikfuß Wasser in der Stunde in Dampf zu verwandeln, und daraus kann man leicht berechnen, wie viel Zug für jede andre Quantität in der nämlichen Zeit nöthig ist.

Für Steinkohlen (Art. 23. u. 93.) haben wir 225 × 8,4 = 1890 Cb F.
= Cooks (Art. 31. u. 93.) haben wir 260 × 7,7 = 2000 Cb F.
= Holz (Art. 28. u. 93.) haben wir 140 × 30, = 4200 Cb F.

Nach diesen Zahlen scheint es, können wir 2000 Cubikfuß für die Stunde rechnen, um 1 Cubikfuß Wasser in Dampf zu verwandeln, wenn wir rohe oder abgeschwefelte Steinkohlen brauchen, und daß die doppelte Menge Holz nöthig ist, um dieselbe Wirkung hervorzubringen. Nach diesen Ergebnissen sind folgende practische Regeln gefunden worden.

Wenn die Luft gerade vom Kocher aufsteigt, wird ihre Temperatur 80° seyn, und nehmen wir als mittlere Temperatur der äußern Luft 9° an, so ist der Wärmeüberschuß = 80° — 9° = 71°; wenn aber rohe Steinkohlen angewandt werden, so muß dieser Ueberschuß um 7° reducirt werden (Art. 93.), also 71° — 7° = 64° als der wahre wirkliche Wärmeüberschuß.

Regel. Die Durchschnittsfläche der Esse zu finden, wenn der Ueberschuß 64° ist. Man dividire 45 durch die Quadratwurzel der Höhe der Esse in Fuß, und der Quotient wird die Durchschnittsfläche der Esse in Zollen seyn, welche hinreichend wäre, um den Dampf eines Cubikfuß Wasser in der Stunde hervorzubringen*). Die Summe der Räume zwischen den Stäben

---

*) Denn wenn h die Höhe der Esse in Fuß vom Feuer bis zu der Spitze ist, B die Anzahl Cubikfuß Luft, welche in der Stunde entweichen muß, wenn sie von der Temperatur der Atmosphäre ist; und a die Durchschnittsfläche in Quadratzoll; dann ist, wie wir (Artikel 64. Note) gesehen haben,

$\frac{B}{60 \times 300} \times \sqrt{\frac{212 + t}{h(t - t')}} = \frac{a}{144}$; aber die Luft wird durch die Wärme zu $\frac{B(212 + t)}{(212 + t')}$ ausgedehnt (S. Taf. V.) Also

$\frac{B(212 + t)}{60 \times 300 \times (212 + t')} \times \sqrt{\frac{212 + t}{h(t - t')}} = \frac{9}{144}$, und reducirt

$\frac{B(212 + t)^{\frac{3}{2}}}{125(212 + t')\sqrt{h(t - t')}} = a$. Aber diese Gleichung setzt kei-

des Rostes muß wenigstens eben so groß seyn, und die Weite des Luftloches, um frische Luft dem Feuermaterial zuzuführen, $\frac{1}{3}$ kleiner; weil dieses durch die Wärme nicht ausgedehnt wird.

Braucht man die doppelte Menge Dampf, muß die Esse doppelt so groß seyn; braucht man nur die

---

nen Widerstand, außer Zusammenziehung an der Oeffnung der Feuerstätte voraus; nun werden aber auch der Wärmeverlust, Verstopfungen, und Veränderung der Richtung der Esse die Schnelligkeit vermindern, und eine größere Durchschnittsfläche der Esse nöthig machen: setzen wir 100 statt 125, so werden wir eine hinreichende Ausgleichung für die gewöhnlichen Fälle haben; folglich $\frac{0{,}01\,B\,(212+t)^{\frac{3}{2}}}{(212+t')\sqrt{h\,(t-t')}} = a$ in Quadratzollen.

Nach der Wirkung der Temperaturverschiedenheit ist es offenbar, daß diese Gleichung den kleinsten Werth für a hat, welcher vorkommen wird, wenn $\frac{(212+t')^3}{t-t'}$ ein Minimum ist. Nun wird nach den Regeln für Maxima und Minima dieß Statt finden, wenn $t = 108^\circ + 0{,}7t'$; oder wenn die äußere Luft $= 8^\circ$ ist, so ist in der Esse $155{,}6^\circ$ oder 148° über der Temperatur der Atmosphäre. In dem Falle im Texte ist $80^\circ - 9^\circ = 71^\circ$ und $71^\circ - 7^\circ = 64^\circ = t - t'$ die Differenz der Temperatur; daher, wenn $B = 2000$ Cubikf. ist, $\frac{45}{\sqrt{h}} = a$ in Zollen; welches das Nämliche wie im Texte ist, wenn für die Zeit eine Stunde gilt. Ist die wirkliche Temperaturdifferenz nur 18°, welches der Fall seyn wird, wenn die Temperatur der Esse 48° ist, und $B = 2000$ Cubikfuß, die äußere Luft 23°; dann ist $\frac{80}{\sqrt{h}} = a$ in Zoll, welches die zweite Regel im Texte ist.

Der Durchschnitt einer gewöhnlichen Feueresse ist ohngefähr 100 Zoll. Diese Feueressen sind aber meistentheils sehr schlecht gebaut; sie sind selten glatt und hart genug, um der Wirkung eines Reinigungsapparates zu widerstehen. Schon vor einigen Jahren habe ich vorgeschlagen, zur Erbauung von Feueressen Röhren von Thon aneinander zu kitten; man bekäme eine regelmäßige und leicht zu reinigende Esse. Ich hörte nachher, daß dergleichen schon lange in Schottland ausgeführt würden.

Hälfte, muß sie halb so groß seyn, und so nach jeder Proportion.

95. Diese Berechnungen zeigen, wie sehr klein die Esse erfordert wird, wenn man den Rauch bei einer erhöhten Temperatur entweichen läßt; aber ist die wirkliche Differenz zwischen der Temperatur der Luft in der Esse und der der Atmosphäre, nur 40°, dann gilt folgende Regel.

Regel. — Man dividire 80 durch die Quadratwurzel der Höhe der Esse in Fuß, und man hat die Größe der Durchschnittsfläche für einen Kocher, welcher den Dampf eines Cubikf. Wasser in einer Stunde geben soll. Das Luftloch steht im nämlichen Verhältnisse wie in der vorigen Regel.

Der Vortheil einer hohen Esse ist so beträchtlich, daß der Leser begierig werden kann zu erfahren, bis zu welcher Höhe eine Esse von einer gegebenen Base mit Sicherheit aufgeführt werden kann, da es nicht recht ist, sie mit Balken zu stützen. Eine annähernde Regel über dieses interessante Problem ist nicht schweer zu geben, und ich will daher eine oder zwei hersetzen.

Wenn man wissen will, welche Grundlage einem viereckigen Schlauche eines Camins von gleichförmigem Umfange durch seine Höhe hindurch, zu geben sei, so dividire man 156 durch die Differenz zwischen 12000 und der Höhe in Fuß 26 mal genommen; die Quadratwurzel des Quotienten mit der Höhe in Fuß multiplicirt giebt die Seite der Grundlage *).

So mache man die Berechnung für eine Höhe von

*) Ich habe anderswo gezeigt, daß die Stärke der Mauer in diesem Falle seyn wird $Awd + 6lR = fd^3$. Hier ist d die Seite der Grundlage, als Quadrat angenommen, A die solide Mauer, d^2w das Gewicht eines Fußes in der Höhe auf die Grundlage, R der Druck auf die Mauer, in der Höhe l vom Grunde wirkend, f die Stärke eines □ Fußes Mörtel. Man nehme 52 Pf. als die größte Kraft des Windes auf 1 □ Fuß an; h sei die Höhe der Esse, und die Seite des Endes verhalte sich zur Seite des Grundes wie n:1; dann werden wir haben

20 Fuß; $26 \times 20 = 520$; $12000 - 520 = 11480$; also $\frac{156}{11480} = 0{,}0136$; davon ist die Quadratwurzel 0,117 nahe; folglich $20 \times 0{,}117 = 2{,}34$ Fuß oder 2 Fuß 4 Zoll.

Ist eine Feueresse nicht viereckig, so muß dieses Maas die kleinste Seite seyn.

Geht die Esse nach oben zu, so daß sie an der Spitze nur halb so weit ist, als am Grunde, so wird die Regel folgende seyn. — Man dividirt 104 durch 12000, wovon man 32 mal das Maas der Höhe der

---

$lR = 52 h^2 d\left(\frac{2n+1}{6}\right)$ oder $6lR = 52h^2 d(2n+1)$. Auch $A = \frac{hd^2}{3}\left(\frac{1+2n-n^3}{1+n}\right)$. Daraus bekommen wir unsere Gleichung $\frac{hd^3 w}{3}\left(\frac{1+2n-n^3}{1+n}\right) + 52h^2 d\,(2n+1) - fd^3$. Oder $d = \sqrt{\frac{52h^2\,(2n+1)}{f - \frac{1}{3}hw\left(\frac{1+2n-n^3}{1+n}\right)}}$. Der Werth von f für guten Mörtel ist ungef. 12000 Pf. und ist die Esse von gleichem Umfange, ihre ganze Höhe auf, so ist $n = 1$, und $d = \sqrt{\frac{156h^2}{12000 - \frac{1}{3}hw}}$. Läßt man die Essen spitzig zugehen, so wird ein gutes Verhältniß seyn $n = \frac{1}{2}$ und dann ist $d = \sqrt{\frac{104\,h^2}{12000 - \frac{1}{3}hw}}$. Das gebräuchlichste Verhältniß der soliden Mauer für eine gegebene Grundlage ist $\frac{2}{3}$ ihrer Durchschnittsfläche; also würde $w = \frac{2}{3}$ des Gewichts eines Cubikfußes der Mauer; bei Backsteinen ist dieser Werth von w ohngefähr 78 Pf.; folglich ist in backsteinernen Essen von immer gleichem Umfange $d = h\sqrt{\frac{156}{12000 - 26h}}$; oder $d = h\sqrt{\frac{6}{500 - h}}$. Wenn sie spitzig zugehn, so daß sie an der Spitze nur die Hälfte Umfang haben, so ist $d = h\sqrt{\frac{104}{12000 - 32h}}$ oder $d = h\sqrt{\frac{3{,}25}{375 - h}}$.

Esse in Fuß abgezogen hat, und die Quadratwurzel des Quotienten mit der Höhe in Fuß multiplicirt, giebt die Seite des Grundes.

Z. B. Man soll eine 100 Fuß hohe Esse für eine Dampfmaschine bauen; also $\frac{104}{12000-(32\times100)}=0{,}01182$; davon ist die Quadratwurzel 0,109 nahe, und 0,109 $\times$ 100 = 10,9 Fuß oder 10 Fuß und fast 11 Zoll für eine Seite des Grundes, und folglich $5\frac{1}{2}$ Fuß für eine Seite an der Spitze.

96. Die Menge von Feuermaterial, welche auf einmahl in's Feuer zu werfen ist, muß auch betrachtet werden; weil soviel Wärme erhalten werden muß, daß der Aufwand von Dampf ergänzt wird, und daß sie bei ihrem niedrigsten Stand noch hinreichend ist, um das neue Feuermaterial zu entzünden, ohne dem Kocher in einem bemerkbaren Grade entzogen zu werden. Nach meinen Beobachtungen und Versuchen über diesen Gegenstand, sollte die Menge des brennenden Materials ohngefähr noch 3 oder 4 mal mehr seyn, als was auf einmal zur Heizung des Ofens hinzugethan wird, d. h. wenn man oft zulegt, muß $\frac{1}{4}$, wenn man es weniger oft thut, $\frac{1}{3}$ des noch brennenden Feuermaterials zugelegt werden. Und nach dem verschiedenen Brennmaterial muß also der Raum zwischen dem Kocher und dem Roste verschieden seyn.

Aber bei der Einrichtung eines Dampfapparates wird es erwünscht seyn, wenn das Feuer nicht viel Aufmerksamkeit erfordert; wenn es also nur in längeren Zeiten mit Nahrung versehen werden muß. Daher bringt man einen Dämpfer an, welchen man in dem Maaße aufzieht, wie das Feuermaterial herunterbrennt, und welchen man am niedrigsten stellt, wenn man frisches Material zugelegt hat.

97. Nach diesen Untersuchungen wenden wir uns zur Erbauung der Feuerstätten. Die Hauptsache dabei ist, die Wärme auf den Kocher zu beschränken, es müssen also die schlechtesten Wärmeleiter gebraucht und

Metallstücken soviel als möglich vermieden werden; es möchten also blos der Rost und etwa die Thüre von Eisen seyn, wenn letztere nöthig erachtet wird; denn statt derselben kann man auch Brennmaterial brauchen.

Man baut den Feuerherd aus guten, harten Backsteinen, und läßt entweder im Mauerwerke Hölungen oder führt geradezu zwei Mauern übereinander auf, zwischen welchen man einen leeren Raum läßt; durch diese Maasregel verhindert man jeden Wärmeverlust, den etwa die äußere Luft erzeugen könnte. Guyton de Morveau's Grundsatz muß hier immer im Auge behalten werden: „man muß die Feuerstätte gleichsam in eine Insel verwandeln, um sie von allen Wärmeleitern abzuschneiden."

Ein leerer Raum (U, Taf. I und II. Fig. 1. 2. 3. 4.) muß zwischen dem Feuerherde und der Thüre gelassen werden, um zu verhüten, daß diese nicht zu schnell durch die Hitze zerstört werde, oder indem sie sich zusammenzieht, nicht genau genug schließt. Dieser Raum sollte mit starken Dachziegeln ausgesetzt werden *); und ist gewöhnlich mit einer Eisenplatte bedeckt. Die Stäbe des Rostes können nach der Stärke des Feuers von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll dick, und 1 Zoll breit, und die Zwischenräume zwischen denselben ohngefähr von $\frac{3}{8}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll seyn. Sie sind selten länger als 2 oder $2\frac{1}{2}$ Fuß. Auf größern Feuerstätten, wo längere Stäbe nöthig sind, muß auch ihre Stärke größer seyn. Diese Stan=

---

*) Es scheint gleich großen Nachtheil zu bringen, das Feuer zu nahe unter den Kessel zu machen, weil dieser, so oft das Feuer angeschürt wird, einem kalten Luftstrom ausgesetzt wird; oder zu weit unter dem Kessel, weil dann die Flamme nicht an den Boden des Kessels anschlagen kann. Graf Rumford hat gezeigt, daß die beste Wirkung erhalten werde, wenn die Flamme gerade, aber nicht zu stark gegen den Kessel getrieben werde. Den Nutzen der schlechten Leiter, um die Feuerstätte damit zu begrenzen, weiß ich nicht besser zu beweisen, als durch die Wirkung des Löthrohrs, wenn man mit dessen Hülfe einen Körper erst auf einer Metall= und dann auf einer Kohlen=Unterlage erhitzt.

gen werden nun ohne starke Befestigung auf andre Stäbe kreuzweis gelegt; so daß sie bei einer erforderlichen Erneuerung leicht herausgenommen werden können.

Die Fläche des Rostes kann leicht durch folgende Regel bestimmt werden: Man nimmt 1 Fuß an, um $\frac{1}{8}$ Scheffel Kohlen zu verbrennen, 2 Fuß für $\frac{1}{4}$ Scheffel, 3 Fuß für $\frac{3}{8}$ und so in geradem Verhältnisse zur zur Quantität des Brennmaterials; und die der Wirkung des Feuers der Flamme und des Rauches ausgesetzte Fläche des Kochers ist die Fläche des Rostes 4mal genommen. Die nämliche Fläche wird für ein langsameres oder schnelleres Feuer hinreichen; aber für ein langsames Feuer ist eine große Masse von Brennmaterial nöthig. Und auch für gleiche Massen eines andern Materials wird dieselbe Fläche wie für Kohlen erforderlich seyn; aber es ist natürlich nach dieser Regel, daß, um gleiche Mengen Dampf hervorzubringen, die Flächen umgekehrt wie die Macht des Materials sich verhalten werden. Ist die Form des Kochers nicht rund, so kann die Ausdehnung des Rostes in der Richtung der Weite oder der Länge des Kochers, ohngefähr um $\frac{1}{2}$ oder $\frac{2}{3}$ dieser Weite oder Länge betragen. Der Ort der Thüre hängt nicht von der Weite oder Länge des Herdes ab, aber am besten ist es immer, wenn die Thüre an einer schmalen Seite des Herdes angebracht ist.

98. Der Ort und die Wirkung des Dämpfers ist nun zunächst zu betrachten. Er giebt ein wichtiges Stück bei verschlossenen Feuerstätten ab.

Der beste Platz für den Dämpfer ist unmittelbar da, wo der Rauch vom Kocher abgeht: er muß den Händen des Calfacters überlassen, und da, wo er bewegt wird, mit einer Eintheilung versehen werden, so daß man genau die Oeffnung wissen kann, welche die Esse zu einer Zeit hat. Einen selbstwirkenden Dämpfer einzurichten hat keine Schwierigkeit; aber ich kann ihn bei einem Dampfapparate dieser Art nicht empfehlen.

Wird er auf die gewöhnliche Weise vertikal durch ein Gegengewicht bewegt: so muß er schweer genug seyn, um seiner Wirkung gewiß zu seyn. Auf den Tafeln I. und II. ist er mit horizontaler Bewegung abgebildet.

99. Für die Thüren hat man mehrere Erfindungen, um sie so genau als möglich schließend zu machen. Graf Rumford schlug doppelte Thüren vor; diese sind jedoch immer einer genauen Aufsicht zu unterwerfen; daher man auch am allergewöhnlichsten starke einfache Thüren anwendet. Atkinson hat die einfachen Thüren beträchtlich verbessert, indem er in ihnen eine Hölung dadurch bildete, daß er an die innere Seite der Thüre einen Kasten von Gußeisen löthen ließ: die Höhe der Seiten dieses Kastens macht die Thüre so fest, daß sie sich nicht zusammenzieht, und die eingeschlossene Luft verhindert das Entweichen von Wärme.

Eine Thüre von Gußeisen nach Art eines Schiebfensters, mit einem Gewicht in's Gleichgewicht gesetzt, wird vielleicht am besten seyn; sie läßt sich am leichtesten öffnen und zumachen, schließt am besten, und braucht nicht ganz geöffnet zu werden, wenn etwas zugelegt werden soll. (Vergl. Fig. 3. und 4. Taf. II.)

Eine andre sehr gute Art von Thüren sieht man auf der 1. Tafel. Ein Riegel verhindert, daß die Thüre nur bis zu einem gewissen Winkel sich öffnen läßt, und auf diese Weise ist es unmöglich gemacht, daß man Kohlen in das Feuer bringen kann. Der Heizer muß den leeren Raum U füllen, damit keine Wärme durch die Thüre entweichen könne; und ist die Thüre zugelassen, so kann auch keine Luft von Aussen hinzutreten. Das Material wird nach und nach erhitzt, und kann also leicht in Feuer gerathen, wenn es vom Heizer vorwärts geschoben wird, und eine neue Portion Material wird dann auf denselben Ort aufgeschüttet. Die Gasarten, welche aus dem Material destilliren, gehen auf diese Weise über die roth-

glühenden Kohlen, welche mit Luft vom Aschenherde her versehen werden, und also auch verzehrt, indem sie durch den Schlund der Esse hindurchgehen.

Apparat der Kocher.

100. Diese Erfindungen sind ein Ergänzungsapparat, Sicherheitsklappen, Dampfvisirs, Visirhähne, und das Mannloch.

Ergänzungsapparat. — Dieser ist dazu da, um den Dampfkessel mit Wasser zu versehen, und dadurch dessen Verbrauch zu Dampf zu ersetzen. (S. (Fig. 4. Taf. II. WL.) Der untere Theil der Röhre, welche das Wasser zuführt, ist umgebogen, um zu verhindern, daß Dampf durch dieselbe aufsteige. Wo sie durch die Decke des Kochers geht, ist sie luftdicht, und vertikal eingesenkt. Das obere Ende der Röhre geht in eine kleine Cisterne L aus, welche mit Wasser aus einem größern Behältnisse versehen wird. Am Boden der kleinen Cisterne ist eine conische, aufwärts sich öffnende Klappe, welche durch eine Kette an das eine Ende des Hebels P befestigt ist. Vom andern Ende dieses Hebels geht luftdicht ein Draht zu einem Schwimmsteine im Kocher, welcher so in's Gleichgewicht zu setzen ist, daß er gerade auf der Oberfläche des Wassers schwimmt.

Seine Wirkung ist die, daß er, so wie Wasser im Kocher verdampft, mit der Oberfläche des Wassers hinabsteigt, und folglich die conischt Klappe öffnet; da nun die kleine Cisterne mit der großen in Verbindung steht, und dadurch voll erhalten wird, so fließt, sobald sich die Klappe öffnet, Wasser so lange in den Dampfkessel ab, bis die Wasseroberfläche wieder so hoch steigt, daß der mit in die Höhe gehende Schwimmstein die Klappe verschließt

Der hauptsächlichste Umstand, der bei diesem Apparate zu berücksichtigen ist, ist die Höhe des Wassers in der Cisterne N hinlänglich zu machen, um der

Kraft des Dampfes gleich zu seyn. Denn ist diese Höhe zu klein, so treibt der Dampf im Kessel das Wasser in diese Röhre, und über die Klappe hinaus. Wenn also diese Höhe genau nach der größten Kraft des Dampfes, welche man haben will, abgemessen wird und die Klappe ist groß genug, so vertritt dieser Apparat die Stelle einer Sicherheitsklappe.

Nun wird das Wasser in der Röhre so sehr erwärmt, daß 2,4 Fuß Höhe dem Drucke des Dampfes von 1 Pf. bei 1 Zoll über dem Drucke der Luft gleich ist. Wenn man also so arbeitet, daß die Säule den wirklichen erforderlichen Druck um $\frac{1}{25}$ übersteigt, so ist

für	1	Pf.	auf den □ Zoll	NR	$2\frac{1}{2}$	Fuß,
—	2	—	—	—	5	—
—	3	—	—	—	$7\frac{1}{2}$	—
—	4	—	—	—	10	—

Die Rechnung kann man leicht weiter führen, aber es ist nicht zu wünschen, daß stärkerer Dampf als 4 Pf. auf den □ Zoll sollte erfordert werden; weil mit einer Vermehrung der Gefahr auch eine Vermehrung von Aufwand für jeden Theil des Apparates nöthig ist, eine Vermehrung, die mehr kostet als etwas Ersparniß von Feuermaterial.

Indem man nach dieser Tafel die Höhe der Wassersäule bestimmt, wird man jedem Unfall von zu großer Macht des Dampfes vorbeugen, denn der Dampf wird immer durch die Ergänzungsröhre entweichen, sobald der Druck die Schweeren des Wassers in der Cisterne überwindet; aus dieser Rücksicht kann der Theil der Röhre LW und auch die Klappe größer gemacht werden. Eine offene Röhre O wird Luft eintreten lassen, wenn sich ein luftleerer Raum gebildet hat, oder Wasser weggelassen werden soll, wenn der Druck desselben zu groß ist. Es ist eine Art Sicherheitsröhre, wie sie Chemiker brauchen (Vergl. Art. 103.)

Einen einfacheren Ergänzungsapparat sieht man

in der 1. Tafel. Die Niederdrückung des Schwimmsteines öffnet einen Hahn an der Röhre von der Cisterne; die Höhe der Cisterne wird nach der obigen Methode regulirt.

101. Sicherheitsklappen. — Derer giebt es zwei Arten, innere und äußere. Eine innere Sicherheitsklappe dient den Druck der Atmosphäre, welcher auf die Wände des Kochers oder der Röhren wirkt, aufzuheben, wenn durch schnelle Dampfverdichtung ein leerer Raum erzeugt worden ist.

Eine äußere Sicherheitsklappe soll das Bersten des Kochers und der Röhren verhindern, wenn der Dampf zu mächtig wird. In manchen Fällen können Vorsichtsmaasregeln von sehr einfacher Art genommen werden, welche es beinahe überflüßig machen, dergleichen Dinge noch hinzuzusetzen. Auf eine von diesen Maasregeln ist schon oben angespielt worden; sie besteht darin, daß der Hahn, welcher den Dampf in die Röhren läßt, nicht vollkommen geschlossen werden kann; und weit entfernt, daß dieses eine schlechte Einrichtung wäre, ist es vielmehr besser die Röhren erst theilweise, durch ein geringes Entweichen von Dampf zu erwärmen, bevor der Hahn völlig geöffnet ist.

102. Die innere Klappe ist nur nöthig, wenn der Kocher und die Röhren von solchen dünnen Materialien, und von so unvollkommener Form sind, daß sie bei einem Drucke von 14 Pfund auf den □ Zoll zusammenfallen würden. Sie ist auf diese Weise eingerichtet, wie es Fig. 5. Taf. V. zeigt, wo V die runde conische, einwärts sich öffnende Klappe ist, die mit einem Gewichte W am andern Ende des Hebels in's Gleichgewicht gesetzt ist. Er ist gewöhnlich an der Platte angebracht, welche das Mannloch bedeckt; aber sie kann auch an jedem andern Ort des Kochers oder der Dampfröhren angebracht werden.

103. Eine äußere Sicherheitsklappe besteht in einem Cylindergefäße, welches eine conische Klappe enthält; diese ist so beschweert, daß wenn der Dampf

auf die Oberfläche der Klappe einen größeren Druck als 4 Pf. auf den □ Zoll ausübt, sie sich öffnet, und den Dampf durch eine Röhre in die Esse entweichen läßt.

Es ist natürlich, daß die Sicherheitsklappe von gehöriger Größe sey, um den Dampf so schnell entweichen zu lassen, als er durch das Feuer unter dem Kocher gebildet wird; denn wenn die Oeffnung nicht groß genug ist, wird der Druck des Dampfes, weil das Ueberflüßige nicht schnell genug entweichen kann, in einigen Graden noch fortdauern, und also die Gefahr nicht abwenden. Da nicht bekannt ist, zu welchem Grade die fortdauernde Wirkung des Feuers den Druck des Dampfes bringen kann, so ist eine Regel für die Größe der Klappe nöthig.

Wenn der Druck nicht 4 Pf. auf den □ Zoll über den Druck der Luft überschreiten soll, und die größte Wassermenge, welche der Kocher in einer Stunde verdampfen kann, bekannt ist; so dividire man diese größte Menge von Wasser durch 5, und die Quadratwurzel der Quotienten ist der kleinste Durchmesser, welcher einer Sicherheitsklappe oder Röhre zu geben ist.

Indem man die Klappe durch ihre Handhabe etwas lüftet, erkennt man leicht, ob sie in Stand ist, oder nicht; und wo sie angebracht ist, muß der Heizer angewiesen werden, ihren Zustand oft zu untersuchen.

104. Dampfvisir. — Es ist manchmal willkommen, wenn man ein Mittel hat, den Zustand des Dampfes im Kocher zu kennen. Das gewöhnliche Dampfvisir ist eine gekrümmte, eiserne Röhre, am Kocher oder an den Röhren angebracht: diese enthält Etwas Quecksilber, auf welchem in dem offenen Schenkel ein leichter Stab steht, welcher die Kraft des Dampfes anzeigt. Die gewöhnlichen sind jedoch selten gehörig gearbeitet; und sind auch nicht sehr nöthig für Dampfapparate; aber für diejenigen, welche dergleichen Dinge lieben, will ich ein einfaches Dampfvisir von

meiner Erfindung, wobei die Fehler der gewöhnlichen vermieden sind, beschreiben.

105. Neues Damfvisir. — Der Druck des Dampfes wird durch die Beugung einer runden Platte von Kanonenmetall gemessen. Diese Platte ist zwischen zwei flachen Ringen von Metall befestigt, und bilden einen Theil des Kochers. Der Druck des Dampfes auf die eine Seite der Platte hebt sie im Mittelpunkte, und bewegt das eine Ende eines Hebels, während das andre Ende auf die Eintheilungen eines graduirten Bogens zeigt: die Stütze des Hebels und der graduirte Bogen stehen anf einem Kreuze auf dem obern Metallringe. Wenn die Dicke der Platte zu dem Drucke so proportionirt ist, daß er nicht strebt, mit größerer Kraft das Metall zu trennen, als welche 5 Pf. auf 1 □ Zoll ausübt, so wird er durch den Gebrauch nicht in Unordnung kommen können.

106. Visirhähne. — Um noch eine bestimmtere Kenntniß von der Quantität Wasser im Kocher zu haben, sind zwei Röhren mit Hähnen in demselben befestigt. Eine von denselben endigt sich ein wenig über dem Wasserstande, bei welchem das Wasser im Kocher zu erhalten ist, und der andre unter demselben. Wenn daher bei Oeffnung der Hähne, der eine Wasser, der andre Dampf giebt, so steht es richtig. Geben beide Wasser, so ist zu viel Wasser, geben beide Dampf, zu wenig Wasser im Kocher. Siehe Fig. 2. Taf. I. und Fig. 4. Taf. II. GG.

107. Das Mannloch. — Dieß ist ein bloses, ovales Loch, mit einem Deckel, den man öffnet, um den Kocher zu untersuchen, oder zu reinigen, wenn es nöthig ist. S. Fig. 2 und 4. M. Aber bei einem einfachen Dampfapparate dient es auch zu andern Zwecken.

Vor Allem macht es zwei Sicherheitsklappen unnöthig; es wird dann so eingerichtet, daß der Deckel mit großer Leichtigkeit auf= und zugemacht werden kann.

Man läßt diesen Deckel wie eine Art von becherförmigen Gefäßen (Fig. 6. Taf. II.) von Gußeisen formen, um es in eine doppelte Rinne von demselben Metall hinein zu kehren. Diese Rinne wird fest auf den Kocher angeschraubt; und hat zwei Vorsprünge mit Löchern von einem bestimmten Umfange, um einen Riegel von Gußeisen aufzunehmen; welcher, wenn er mit seinen Enden eingeschoben ist, auf eine Stütze im Mittelpunct des Deckels drückt.

Der Boden der Fuge, in welcher der Deckel ruht, muß gleichmäßig mit Hanf ausgelegt seyn, und dieser ist immer naß zu erhalten. Oder ein sehr weiches Metall, wie Blei, kann hineingegossen werden; und sind die Kanten des Deckels dünn, so werden sie dampfdicht die Oeffnung verschließen, wenn sie darauf gepreßt werden.

Nun kann man leicht eine solche Dicke dem Eisenriegel geben, daß er nachgiebt, wenn der Dampf eine gewisse Kraft übersteigt. Ein andrer Umstand verschafft dieser Sicherheitsklappe noch einen andern Nutzen. Wird nämlich der Eisenstab vom Dampfe überwältigt, so wird der Deckel aufgehen und den Dampf entweichen lassen. Wenn der Kreuzriegel in der Mitte seiner Länge viereckig ist, und die Oeffnung rund, dann ist die Quadratwurzel der Kraft des Dampfes in Pf. über den Druck der Atmosphäre, durch den 34. Theil des Durchmessers der Oeffnung multiplicirt, die Seite des Riegels in Zoll. Wir wollen den Durchmesser der Oeffnung zu 17 Zoll annehmen; und der Deckel öffne sich bei einem Drucke des Dampfes, welcher 8 Pf. über dem Drucke der Luft beträgt; in diesem Falle ist also die Quadratwurzel von $8 = 2$; und $2 \times \frac{17}{34} = 1$ oder der Riegel wird 1 Quadratzoll dick seyn. Das stärkste Eisen habe ich gefunden, daß es nicht 9 Pf. auf den Quadratzoll, und das schwächste nicht 7 Pf. aushält.

Sechstes Kapitel.

Ueber den Apparat zur Vertheilung der Wärme.

108. Wir haben zuvörderst die Wirkung zu betrachten, welche man hervorzubringen wünscht; denn in einigen Fällen will man die größte Wärme mit der kleinsten Oberfläche, und mit Schnelligkeit erzeugen; in andern ist es erforderlich, daß die Gefäße eine beträchtliche Zeit lang, nachdem der Dampf in dieselben gestiegen ist, noch Wärme behalten und austheilen können, und daß das Werk langsam in Thätigkeit gesetzt zu werden vermag; in einem dritten Falle kann ein Grad von Zierlichkeit und schönen, gefälligen Aussehen etwas Wesentliches seyn. Wenn hier nur die beste Methode beschrieben werden sollte, so wäre dieß mit Wenigem geschehen; aber das Buch soll auch solchen Lesern nützlich seyn, welche mit den Vorwürfen, welche man manchen Materialien und Heizungsmethoden macht, weniger bekannt sind. Daher müssen wir hier etwas mehr in's Detail eingehen.

Ueber die Materialien zu Röhren und Gefäßen.

109. Das beste Material ist ohne Zweifel das Gußeisen: es haucht beim Erhitzen keinen schädlichen Dunst aus, kann in jede schickliche Form gebracht werden und ist fest und dauerhaft.

110. Verzinntes Eisen kann in manchen Fällen auch gebraucht werden, und hauptsächlich empfiehlt es sich durch größere Wohlfeilheit; ist aber auch weniger dauerhaft. Die daraus gefertigten Gefäße erzeugen bei ihrem Warmwerden auch keine schädlichen Dünste, müssen aber mit Klappen versehen werden, um bei einem gebildeten luftleerem Raume ihr Zusammenfallen zu verhüten.

111. Dem Kupfer, welches auch hierzu verbraucht wird, kann man den Vorwurf machen, daß

es beim Warmwerden einen weder angenehmen noch gesunden Dunst aushaucht. Dieser Vorwurf macht es unnöthig, uns bei seinen andern Vorzügen aufzuhalten bei seiner Anwendung in Zimmern; unentbehrlich ist das Kupfer jedoch für Trockenplätze, weil Eisen in demselben angebracht, dem Leinenzeuge u. s. w. schaden würde [?]. Kupfer ist theurer als verzinntes Eisen, aber auch dauerhafter. Auch bei ihm müssen Klappen angebracht werden, um sein Zusammenfallen zu verhüten.

Das durch Kupferröhren gehende Wasser, sollte zum häuslichen Gebrauche nicht verbraucht werden.

112. Bleierne Röhren taugen wohl nicht, weil das Blei sich bei der Temperatur des kochenden Wassers ausdehnt, ohne sich wieder zusammen zu ziehen; ohne diesen Umstand wäre das Blei ein außerordentlich passendes und wohlfeiles Material für sehr viele Theile des Dampfapparates.

113. Man muß also bei kleinen Röhren statt des Bleies Schmiedeeisen, wie bei den Gasröhren gebrauchen. Sie sind nicht theurer, dauerhaft, sicher und passend. Man wird finden, daß sie in sehr vielen Fällen ihren Platz ausfüllen, um Dampf zu Gefäßen oder größern Röhren zu leiten, und sind sehr schön zur Verbindung von Röhren.

114. Ich habe nicht gehört, ob man Zink zu diesem Zweck gebraucht hat; aber bei der Sprödigkeit des Zinkes würde er leicht zerbersten, wenn ein leerer Raum entstände: auch oxydirt er sich beträchtlich bei hoher Temperatur, und würde also nicht lange halten.

Ueber die Oberfläche der Gefäße und Röhren, und den Raum für Dampf.

115. Man weiß schon seit längerer Zeit, daß die Farbe der Oberfläche einen Körper entweder empfindlicher für die Wärme mache, oder auch geschickter, die Wärme, die er besitzt, auszuströmen oder zurück-

zuhalten; ein schwarzer Körper fühlt sich z. B. wärmer an, als ein weißer, wenn auch beide gleicher Temperatur ausgesetzt sind; ein schwarzer Körper strömt unter gleichen Umständen seine Wärme viel schneller aus, als ein Körper mit glänzend-metallischer Oberfläche. Auch die Natur und Beschaffenheit der Oberfläche bringt verschiedene Wirkung in diesem Stücke hervor.

Diese Resultate verdanken wir den geistvollen und interessanten Untersuchungen des Prof. Leslie. Aber dieselben sind nicht unter solchen Bedingungen gemacht, wie sie für unsern Zweck am dienlichsten sind, um die Wirkung einer gewissen bestimmten Oberfläche zu schätzen. Daher war es nöthig, neue Versuche darüber anzustellen (Vergl. Cap. III. Art. 42.). Das Verhältniß, in welchem eine Oberfläche, oder eine Farbe zu einer andern in Hinsicht ihrer Kraft Wärme zu geben, steht, wird am besten nach Leslie's Versuchen bestimmt werden können, wo es unser Hauptgegenstand ist, die Wirkungen von Flächen und Farben zu vergleichen. Eine mit Lampenschwarz gedeckte Fläche schien am allerwirksamsten in Hinsicht der ausgestralten Wärme zu seyn, und eine glänzende Oberfläche von Zinn am allerschlechtesten; die Wirkung des Zinnes sieht er also als Einheit oder 1 an, um einen Punct für die Vergleichung zu haben. Nun kühlt sich nach dem Experimente ein kugelförmiges Gefäß von gewalztem Zinn 4 Zoll im Durchmesser, mit heißem Wasser gefüllt, um 8° in 156 Minuten ab. Würde die Oberfläche mit Lampenruß übergleitet, so kühlte sie sich unter den nämlichen Umständen die nämliche Anzahl Grade in 81 Minuten ab; d. i. die Verhältnisse, in welchen unter beiden Umständen Wärme ausströmte, verhielt sich wie 1:0,52, oder beinahe wie 2:1; oder glänzendes Zinn braucht doppelt so viel Zeit als geschwärztes, um die nämliche Menge Wärme zu zerstreuen. Aber in einem andern Versuche, wo die einzige Abweichung vom gegenwär-

tigen in der höhern Temperatur des Wassers bestand, war das Verhältniß wie 1:0,66. Die Zeiten, um gleiche Wirkung mit einer glänzenden zinnernen Oberfläche, und einer desgleichen mit Quecksilber abgerieben, hervorzubringen, waren wie 1:0,96; in diesem Falle war nur so wenig Quecksilber angewandt worden, daß ein sehr schöner Glanz zum Vorschein kam; als mehr Quecksilber gebraucht ward, so daß der Glanz viel matter wurde, war das Verhältniß wie 1:0,89. Glänzendes Zinn mit in Oel getränktem Löschpapier verglichen, gab eine Proportion wie 1:0,55; aber Zinn mit einer Lage Oel bedeckt, gab keinen so bedeutenden Unterschied; das Verhältniß war wie 1:0,83. Wenn die Oberfläche mit feinem Streusand gerieben wurde, kürzte sich die Zeit der Abkühlung ab, beim Abreiben mit grobem Sand noch mehr; im letzten Falle war das Verhältniß wie 1:0,91. Verschiedene Dicke der nämlichen Substanz änderte auch das Verhältniß der Abkühlung; denn die Zahl für glänzendes Zinn war 1 und wurde dieses mit einem dünnen Häutchen von Hausenblase von $\frac{1}{10,000}$ eines Zolles Dicke überzogen, so wurde das Vermögen der Wärmestralung auf 0,7 reducirt; ein Häutchen von der doppelten Dicke reducirte es auf 0,615 und ein Häutchen von zehnfacher Dicke auf 0,53.

Graf Rumford hatte schon vorher gesehen, daß eine dünne Bedeckung mit einem Leinenzeuge das Abkühlen eines Messingcylinders in dem Verhältniß von 1:0,665 beschleunige; man möchte nach dem äußern Ansehen gerade das Gegentheil annehmen. Aber wo Wärme auf einen Raum zu beschränken ist, da muß dieses durch einen schlechten Wärmeleiter von beträchtlicher Dicke geschehen, oder durch abwechselnde Schichten verschiedener Materien, wie es weiter unten weitläuftiger auseinander gesetzt werden soll.

116. Das kann ein Grund seyn zu schließen, daß die blose Farbe nicht von wesentlicher Wichtigkeit

sei; denn es scheint, als wenn eine dicke Rinde von Hausenblase eben so viel wirke, als der Ueberzug mit Lampenruß. Diese Bemerkung könnte nützlich seyn, weil in Fällen, wo der Heitzapparat eine Zierde mit seyn soll, es nicht nothwendig wäre sich nur an gewisse Farben zu binden, sondern sie auszusuchen, wie sie sich zur übrigen Einrichtung des Ortes schickten.

117. In Hinsicht des Raumes für den Dampf, wenn man denselben immerfort damit versehen will, ist zu bemerken, daß man hier ein rechtes Maas halten müsse; denn auf der einen Hand darf er nicht zu beträchtlich seyn, um nicht zu viel Zeit vergehen zu lassen, um ihn zu erwärmen; auf der andern nicht zu gering, um dem Dampf freien Durchgang zu jedem andern Theile zu lassen. In den Röhren z. B. sollte der Durchmesser nicht 6 Zoll überschreiten, und nicht kleiner seyn als 3 Zoll. Andre Räume für Dampf werden vierfach genommen, wenn der Durchmesser der Röhren verdoppelt wird, während die Quantität der Oberfläche, von welcher die Wirkung der Röhren abhängt, nur verdoppelt wird. Wenn die Röhren im Durchmesser sechs Zoll überschreiten, um die nöthige Menge Oberfläche zu erhalten, dann würde es besser seyn, zwei Röhren zu haben; und mit einer sehr kleinen Vorrichtung kann man es erlangen, entweder nur eine oder beide Röhren nach Gefallen zu heizen.

Aber wo das condensirte Wasser in den Röhren zu sammeln ist, und Wärme zu ersetzen, wenn kein Dampf mehr zuströmt, dann sind große Röhren die besten.

Wenn Wärme langsam mitzutheilen ist, so können die Röhren von größerem Durchmesser gemacht, und das innere mit zerbrochenem Glase, irdenem Geschirr oder ähnlichen Dingen ausgefüllt werden. Auf diese Weise würden die Röhren ihr volles Maas Wärme nicht eher abgeben, als bis das Glas und dergl. ihre specifische Wärme absorbirt hätte, und diese Menge Wärmestoff würde noch zurückbleiben und langsam

ausströmen, wenn der Dampf schon aufgehört hat zuzuströmen.

Von der Dicke und Form der Dampfgefäße.

118. Man kann sich vorstellen, daß die Dicke der Dampfgefäße von wenig Wichtigkeit ist; aber es wird am besten seyn, zu untersuchen, in wie weit dieser Begriff wichtig ist, und die Schlüsse zu verfolgen, welche sich daraus ziehen lassen.

Die Dicke kann betrachtet werden, insofern sie Einfluß auf die Mittheilung der Wärme hat, und wenn sie für ihre Wirkung hinlänglich ist.

Die Dicke einer jeden Substanz macht, wie durch den Versuch gefunden werden kann, sie unfähig eine gleichmäßige Temperatur anzunehmen, wenn die Wärme nur von der einen Seite angebracht wird; und der nämliche Schluß ergiebt sich, wenn man berücksichtigt, daß kein Körper ein vollkommener Wärmeleiter ist, und folglich kann er nicht gleichförmig erwärmet werden, wenn die Wärme auf eine der Seiten wirkt. Bei einer sehr dünnen Platte muß die Differenz sehr gering seyn; aber vermehrt man die Dicke, so muß sie sehr beträchtlich werden; und kann nach Gefallen variirt werden, indem man die Dicke nach der Wirkung in Verhältniß setzt. Aber die Temperatur der äußern Oberfläche des Dampfgefäßes wird den Wärmezufluß reguliren; und der größte wird Statt finden, wenn die Dicke nicht größer ist, als es unumgänglich nöthig ist.

In manchen Fällen ist schnelle Wärmeverbreitung nicht wünschenswerth, und hier ist die Dicke von Nutzen, wie z. B. in Gewächs- und Treibhäusern. Die Wärmemenge, welche das Eisen enthält, ist zu gering, um eine Masse davon als einen Wärmebehälter zu benutzen; so einen Wärmebewahrer kann man viel wohlfeiler nach der im Art. 117. vorgeschlagenen Weise erhalten.

119. Die Dicke, welche erforderlich ist, um ge-

hörig der Kraft des Dampfes widerstehen zu können, hängt sehr von der Form der Gefäße ab. Die gewöhnlichste und nützlichste Art sind lange Röhren, und die besten von Gußeisen, und so dünn als sie gegossen werden können. Dieß kann mit etwas weniger als mit $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{8}$ Zoll geschehen. Die Cylinderform ist die beste, weil sie am meisten aushält; man könnte wohl auch mehr Oberfläche geben, aber dann würden sie weniger wirksam, indem man die Dicke vermehren müßte.

In Sälen, Treppen, Vorsälen, Gallerien u. s. w. können Röhren nicht mit Vortheil angewandt werden, wenn sie nicht eingeschlossen sind, wie es in Fig. 12. Taf. III. beschrieben ist; und daher können auch andere Formen für die Dampfgefäße mit dem nämlichen Erfolg gebraucht werden. Wenn die Hölung zwischen zwei hohlen Cylindern, wovon der eine in dem andern eingebracht ist, mit Dampf angefüllt ist, so wird man viel mehr Fläche haben, ohne mehr Raum zu brauchen, und auf diese Weise kann man die Fußgestelle für Büsten und Statüen einrichten. Auch Statüen selber können die Dampfbehälter abgeben, so wie Säulen, Pfeiler, Vasen und ähnliche Dinge.

Ueber die Ausdehnung der Röhren und Gefäße.

120. Auf der Tabelle über Ausdehnung, Tab. III. wird man die Ausdehnung verschiedener Dinge bei einer Verschiedenheit der Temperatur von 80° sehen. Nun wird diese Veränderung so groß seyn, als es nothwendig ist, um damit bei Einrichtung eines Dampfapparates auszureichen; weil die mittlere Temperatur der Röhren oder der Gefäße noch unter 80° ist, und sie selten unter 0° sich abkühlen werden.

Man sieht aus dieser Tabelle, daß wenn die Länge einer gußeisernen Röhre beim Eispunct 1 ist, beinahe 1,00111 beim Siedepuncte seyn wird; dieß ist etwas mehr als $\frac{1}{8}$ Zoll für jede 10 Fuß in der Länge der

Röhre; aber hinlänglich, um es in der Praxis als Maasstab anzunehmen.

Die Ausdehnung des gehämmerten Eisens ist 0,001258, und es wird sich also für jede 8 Fuß Länge $\frac{1}{8}$ Zoll ausdehnen. Das Maas für verzinntes Eisen ist das nämliche.

Die Ausdehnung des Kupfers ist 0,0017; also wird es sich $\frac{2}{10}$ Zoll auf alle 10 Fuß ausdehnen.

Blei dehnt sich viel mehr aus, als Kupfer, nämlich 0,002867; das Mittel für die Ausdehnung des Bleies wird also $\frac{7}{20}$ Zoll für jede 10 Fuß Länge betragen. Aber obgleich Bleiröhren für den Dampf nicht gut anwendbar sind, so lassen sie sich doch oft mit Nutzen anwenden, um das condensirte Wasser zum Kocher zurückzuleiten; und in diesem Falle ist $\frac{1}{5}$ Zoll für jede 10 Fuß Länge hinlänglich.

Ich habe gesucht diese Bestimmungen auf sehr leicht zu merkende Zahlen zurückzuführen, weil diese Abweichungszahlen immer dem Zeichner und dem Handwerksmanne in den Gedanken seyn müssen. Kein Theil eines gewöhnlichen Hauses kann der ausdehnenden Kraft einer Dampfröhre widerstehen, und wo ein hinreichender Widerstand ist, da müssen die Enden der Juncturen und der Röhren selbst leiden *).

Damit sich die Röhren frei bewegen könnten, wenn sie sich ausdehnen, sollte man Rollen anbringen.

121. Horizontale Dampfröhren sind auf der obern Seite heißer als auf der untern, und die Folge dieser ungleichen Ausdehnung ist eine ungleiche Krümmung; aber da die Größe dieser Krümmung so gering ist, daß das Material dadurch nicht beständig

---

*) Die Bewegung, welche diese Ausdehnung hervorbringt, ist von Creighton in Glasgow benutzt worden, um den Dampfzufluß für die Röhren zu reguliren (Repertery of Arts, Vol. XXXIX. p. 85.); auch zum Oeffnen der Sicherheitsklappen hat man sie benutzt.

so bleibt, so braucht ihre Wirkung nicht nothwendig berücksichtigt zu werden.

122. Man hat wohl auch verticale Röhren zur Heizung von Gebäuden vorgeschlagen, und um Etwas zu sparen, sie zugleich als Säulen mit benutzt. Das Hinkende dieser Einrichtung sieht jeder leicht ein, wenn man berücksichtigt, daß die Größe der Ausdehnung hinreicht, um die Balken in die Höhe zu heben, oder aus dem Mauerwerk herauszureißen; auch müssen die Röhren, um als Stützen zu dienen, ziemlich dicke Wände haben, und es wird also ein Verlust von Wärme Statt finden. Es ist auf jeden Fall das Beste, beides, das eigentliche Gebäude und den Heizapparat, von einander getrennt einzurichten, um bei Reparaturen, Aenderungen u. dergl. nicht beides von einander abhängig zu machen.

Verbindung der Röhren.

123. Der Gebrauch von gußeisernen Röhren und Gefäßen wird oft vermieden, wegen der Schwierigkeit sie zu verbinden; aber diese Schwierigkeit ist nicht so bedeutend, als man sich vorstellt. Die Verbindungen müssen luftdicht seyn, und es ist von besonderm Nutzen, wenn man sie elastisch machen kann. Die letzte Eigenschaft wird verhüten, daß die Verbindung Unfällen häufig ausgesetzt ist. Um die Fugen luftdicht zu machen, muß man die Enden aneinander passen können; denn wo so eine Kraft nicht immer thätig ist, da wird bald die Ausdehnung, Zusammenziehung, und die Bewegung der Röhren sie unfähig machen, den Dampf zurückzuhalten. Die Berücksichtigung dieser Bedingungen macht es leicht zu bestimmen, welche Art der Verbindung für Dampfapparate die beste sey.

124. Die gewöhnliche und als die beste erkannte Art die Röhren miteinander zu verbinden, ist die vermittelst Scheiben, wie man Fig. 7 und 8. Taf. III. sehen kann. Zwischen diese wird eine Schicht von

schwachgedrehtem Hanfgarne eingelegt, welches vorher mit dickem Bleifirnisse getränkt wird. Von der Dicke oder Dünnheit dieser Schicht hängt die Elasticität der Juncturen ab. Setzt man ein Wenig Mennige zum Firniß, so wird dieser schneller trocken und bedeutend härter.

Indem nun die Schrauben a a a a, welche durch die Kränze gehen, scharf angezogen werden, ist es nicht schwierig mehr, die Verbindungen luftdicht zu machen.

125. Eines ist jedoch, was man mit großem Rechte dieser Methode die Röhren zu verbinden, vorgeworfen hat, das ist der schlechte Geruch, welcher lange Zeit hindurch sich verbreitet, indem man Oel anwendet: und deswegen scheint für Trockenplätze ein anderer Proceß erforderlich. Wenn die Enden ebengeschliffen werden ein Streif Zinn, ohngefähr $\frac{3}{8}$ Zoll dick, anstatt des Hanfes dazwischen gelegt wird, und die Schrauben, wenn das Metall so kalt als möglich ist, stark angezogen werden, so wird dieß eine vollkommene sichere Verbindung abgeben. Blei ist zu leicht zusammenzudrücken, als daß es statt Zinn angewandt werden könnte; auch zieht es sich für immer zusammen, und läßt also keine Elasticität in der Verbindung zu.

Einige wenden auch einen Eisenkitt zu diesem Zwecke an, aber mit wenigerem Vortheile. Dieser Eisenkitt wird bereitet aus 40 Theilen Dreh- oder Bohr-Spänen von Gußeisen, 1 Theile salzsaures Ammoniak (Salmiak) und einem halben Theile Schwefel. Das Eisen muß frei von Rost und gröblich zerstoßen seyn. Alle diese Ingredienzen mischt man miteinander, befeuchtet sie ein wenig mit Wasser, treibt sie vermittelst eines Meisels und eines Hammers zwischen die Junctur hinein, und zieht dann die Schrauben so scharf als möglich an. Man darf nicht mehr Kitt auf einmal bereiten, als man aufbraucht, weil er verdirbt. Waren die Materialien gut, und die Mi-

schung recht genau bereitet, so wird dieser Kitt in 1 oder 2 Tagen hart.

126. Die sogenannten Hahnverbindungen, welche gewöhnlich bei Wasserröhren angewandt werden, passen nicht gut für Dampfröhren, weil sie die Theile nicht zusammenhalten können. Der nemliche Vorwurf ist auch den Verbindungen vermittelst Fugen zu machen.

Schmiedeeiserne Röhren werden auch so verbunden, daß man das dünne Ende der innern Stücke in das weitere Ende eines andern einschraubt. So können sie auch an gußeisernen Röhren, Cylindern u. s. w. befestigt werden, so daß sie als Verbindungsröhren und zu ähnlichen Zwecken dienen können. Eine Schraube ist jedoch in manchen Fällen noch nöthig, um die Verbindung fest zu machen.

Will man Röhren von verschiedenem Metalle mit einander verbinden, indem man die eine in die andre einschraubt, so verdient bemerkt zu werden, daß das Metall, welches sich durch die Wärme am allermeisten ausdehnt, in das andre eingeschraubt werden muß, andrerseits würde höchst wahrscheinlich Dampf entweichen, so wie die Röhren heiß würden. Deswegen dürfen auch eigentlich Hähne nicht von zwei verschiedenen Metallen verfertigt werden; und deswegen dürfen die Verbindungen auch nicht gelöthet werden, weil eine Ungleichheit der Ausdehnung jedenfalls die Junctur afficiren muß.

Wo wegen Winkeln und Wendungen andre Methoden, die Wirkung der Ausdehnung unschädlich zu machen, nicht anwendbar sind, da ist eine einfache Art vom Graf Rumford empfohlen worden. Sie besteht darin, daß die Röhren mit einem Ringe von dünnem Kupfer, welches jedoch noch Durchmesser genug hat, um die ganze Ausdehnung aufheben zu können, verbunden werden.

Ueber die Röhren selbst.

127. Bisweilen ist es nöthig, den Kocher in einiger Entfernung von dem Orte zu placiren, wo die Wärme angebracht werden soll; und um doch dabei so wenig als möglich Wärme zu verlieren, so darf die Röhre, welche den Dampf vom Kocher fortführt, nicht größer seyn, als zu dem Zwecke erforderlich ist. Die größte Menge Dampf wird erforderlich seyn, wenn der Raum bei niedriger Temperatur erwärmt werden soll. Soll dieß etwa bei 0° geschehen, so werden jede 150 Fuß Oberfläche der Dampfröhre 1 Cubikfuß Wasser in der Stunde condensiren; und da die ganze Quantität, welche durch eine gegebene Oberfläche condensirt wird, leicht bestimmt werden kann, so wird der Durchmesser der Hauptröhre gefunden, wenn man die Zahl der Cubikfuß Wasser, welches in einer Stunde condensirt wird, mit 0,3 multiplicirt, und aus dem erhaltenen Producte die Quadratwurzel zieht *).

---

*) Man lasse h die Höhe (in Fuß) einer Dampfsäule seyn, welche dem Ueberschusse der Kraft des Dampfes über den Druck der atmospärischen Luft gleich ist; dann ist $5\sqrt{h}$ = die Geschwindigkeit, welche dieselbe in Fuß in der Sec. hervorbringen würde, die Größe der Oeffnung für die Wirkung der Zusammenziehung reducirt; und die Geschwindigkeit in Fuß für die Stunde ist $5 \times 60 \times 60\sqrt{h}$. Wenn nun d der Durchmesser der Oeffnung in Zollen ist, dann ist $\frac{0,7854\,d^2}{144}$ = der Durchschnittsfläche in Fuß; und $\frac{5 \times 60 \times 60 \times 0,7854\,d^2\sqrt{h}}{144}$ = die Cubikfuß Dampf, welche durch die Oeffnung in 1 Stunde entweichen könnten. Aber für unsern Zweck ist es besser, die Quantität Wasser, welche in der Stunde in Dampf verwandelt wird, zu messen; und so sey c diese Quantität in Cubikfuß, und bc sein Umfang im Dampfzustand, also $98,175\,d^2\sqrt{h} = bc$, oder beinahe $\frac{0,0102\,bc}{\sqrt{h}} = d^2$. Wir haben nun noch den Werth von h zu bestimmen, und wenn w die Höhe einer Wassersäule vor-

Beispiel. — Man lasse die Oberfläche der Dampfröhre 960 Fuß seyn; dann ist $\frac{960}{150} = 6,4$ als die Zahl von Cubikfuß Wasser, welche in 1 Stunde condensirt wird; und $0,3 \times 6,4 = 1,92$, wovon die Quadratwurzel beinahe 1,38 der Durchmesser der Hauptröhren in Zollen ist.

128. In jedem Theile eines solchen Heizapparates ist es nöthig, den Röhren eine solche Neigung zu geben, daß sich keine bedeutende Menge Wasser ansammeln kann. Denn wenn Dampf in die Röhren gelassen wird, und dieser mit einer großen Menge kalten Wassers, welches in denselben zurückblieb, zusammentrifft, so wird er so rasch condensirt, daß Kocher und Röhren, wenn sie nicht stark genug sind, dem Drucke nicht widerstehen können. Wenn es möglich ist, so sei der Kocher noch unter dem Niveau der Röhren und andrer Dampfbehälter angebracht; denn es ist das Beste, wenn das Wasser des verdichteten

---

stellt, welche dem Ueberschusse der Kraft des Dampfes äquivalent ist, so ist $h = bw$, und $\sqrt{h} = \sqrt{bw}$. Aber die Geschwindigkeit, welche aus diesem Werthe von h hergeleitet wird, muß producirt werden, weil eine Säule Luft auf der nämlichen Basis zu errichten ist, d. i. also nur 830 mal das Volumen des Wassers; daher müssen wir für $\sqrt{h}$ substituiren $\frac{830}{b}\sqrt{bw}$; und unsere Gleichung stellt sich nun so dar: $\frac{0,0102\,b^2 c}{830\sqrt{bw}} = d^2$; oder $0,0000122720\sqrt{\frac{b^3}{w}} = d^2$. Wenn der Dampf eine Wärme von 84° R hat, $w = 6,25$ Fuß und $b = 1470$ (Vgl. Taf. 17.), so ist $0,248\,c = d^2$ diese Formel wird für die Durchschnittsfläche der Hauptröhren angewandt; aber es wird besser seyn anzunehmen $d^2 = 0,3\,c$, damit nicht der Werth von d zu gering erhalten werde. Für Sicherheitsröhren und Klappen nehmen wir die Temperatur zu 36° an, und dann $w = 10,4$ Fuß, und $b = 1342$, folglich $0,187\,c = d^2$. In der Regel für Sicherheitsklappen ist $0,2\,c = d^2$ oder $\frac{c}{5} = d^2$.

Dampfes zum Dampfkessel zurückkommt, weil es nicht nur Feuermaterial erspart, sondern auch nur eine kleine Ergänzung von frischem Wasser nöthig macht. Ein Umstand, welcher in wasserarmen Gegenden beachtungswerth ist!

129. Aber es wird in einigen Fällen wünschenswerth seyn, das condensirte Wasser in den Röhren sich sammeln zu lassen, damit es noch Wärme abgeben könne, wenn der Dampf schon aufgehört hat in die Röhren einzuströmen. Dann können Hähne angebracht werden, durch welche man das Wasser aus den Röhren herausläßt, und die nämlichen Hähne werden dann dienen, die Luft aus den Röhren herauszulassen, wenn sie mit Dampf gefüllt werden; aber wenn das Wasser in den Kocher zurückläuft, dann fällt natürlich dieser Vortheil weg. Dergleichen Hähne müssen, wo sie angebracht sind, von den Heizern jedesmal vorher geöffnet werden, wenn von Neuem Dampf zugeführt wird, und geschlossen, wenn die Röhren mit Dampf gefüllt sind.

130. Am gewöhnlichsten ist es, selbstwirkende Vorrichtungen zu haben, um das condensirte Wasser abzuführen; von diesem allen ist der in seiner Wirkung unfehlbarste der umgekehrte Heber.

Taf. III. Fig. 9. A, B, C stellt einen Heber dieser Art vor. Die Röhren sind so befestigt, daß A der niedrigste Punct ist; es wird also alles Wasser, welches in der Röhre sich sammeln kann, in den Heber bei A einfließen, und in dem niedrigsten Theile zusammenlaufen. Die Tiefe AB darf nicht geringer seyn, als sie mit der Kraft des Dampfes in den Röhren im Gleichgewicht steht; sie wird also nach der Art. 100 gegebenen Tabelle bestimmt. So, wenn der Dampf mit 4 Pf. auf den Quadratzoll wirkt, darf die Höhe der Säule des Wassers nicht unter 10 Fuß seyn, und selbst mit diesem Drucke werden die Schwankungen beträchtlich seyn, wenn auch eine Klappe bei D angebracht ist. Wenn beide Schenkel mit Wasser gefüllt sind, so wird die

7

Bayerische Staatsbibliothek München

Klappe geöffnet, und geschlossen, wenn das Wasser ein Bestreben zeigt, in die Röhre zurückzutreten.

Der Heber muß groß genug seyn, um das condensirte Wasser mit Leichtigkeit aufnehmen zu können; aber er darf doch auch nicht zu groß seyn, weil er sonst zu einem Wärmeverluste Anlaß giebt, indem sich der Schenkel AB mit Dampf anfüllt*); und vor allem muß der Heber vor Abkühlung geschützt werden.

In Verbindung mit diesem Heber bringt man gewöhnlich einen Hahn an, um die Luft aus den Röhren herauszulassen, sobald man Dampf hineingelassen hat; diesen Hahn mit seiner Röhre sieht man bei C. Er wird am untersten Theil der Röhre angebracht, weil die Luft schweerer ist als Dampf und also nach unten sinkt.

Auch hier muß man die Ausdehnung der Röhren durch die Wärme mit in Anschlag bringen, ja man kann dieselbe sogar dazu benutzen, um den Hahn C zu öffnen und die Luft ausströmen zu lassen.

131. Wenn es nicht angeht, einem Heber die gehörige Tiefe zu geben, so wird ein Dampfventil erfordert, und vielleicht am bequemsten auf folgende Weise eingerichtet. BC, Fig. 10, ist eine viereckige Büchse an dem Ende A der Dampfröhren angebracht, und D ein hohler kupferner Cylinder an einer conischen Klappe C befestigt. Ist Wasser condensirt, so füllt sich die viereckige Büchse mit Wasser, auf welchem dann der hohle Cylinder schwimmen wird; und es wird das Wasser durch die Röhre F in die Gosse abfließen, sobald als die Menge in der Büchse größer ist, als nöthig ist, den Cylinder zum Schwimmen zu bringen; ist sie kleiner, als daß der Cylinder schwimmt, so schließt sich die Klappe. Diese darf nicht größer seyn, als erforderlich ist, um das Wasser fortzuführen, und um das Verhältniß der Kugel zu bestimmen, muß der Druck

*) Wenn A = 6 Zoll über dem Spiegel von C, so wird die Röhre immer voll Wasser seyn, wenn $\sqrt{0{,}0408\,c}$ = dem Diameter der Röhre in Zoll, wo c die Quantität des in 1 St. condensirten Wassers ist.

Bayerische Staatsbibliothek München

des Dampfes auf die Klappe in Rechnung genommen werden. In diesem Falle ist auch noch eine Höhe S angebracht, um die Luft herauszulassen, wenn sich die Röhren mit Dampf füllen. Die Bewegung der Röhren bei ihrer Ausdehnung kann benutzt werden, um ihn aufzudrehen.

132. Aber das Wasser läßt man in den Kocher zurücklaufen, wenn man dasselbe nicht in den Röhren zurückhält, um noch Wärme zu erhalten, wenn das Feuer schon ausgegangen ist. Die einfachste Art zu diesem Zwecke zu gelangen ist auf jeden Fall die, die Röhren schief zu legen, und den Kocher an den niedrigsten Orte anzubringen. Diese Einrichtung ist jedoch nicht die beste, weil wegen des zurücklaufenden Wassers die Dampfcirculation nicht so gut von Statten geht.

Man hat es vortheilhaft gefunden, eine kleine Röhre zum Zurückführen des Wassers zu haben. Die Dampfröhren gehen auf dem nächsten Wege zu den höchsten Punct empor, wo Dampf erfordert wird, und steigen dann bis zu den niedrigsten herab, wo das condensirte Wasser durch kleinere Röhren in den Kocher zurückgelangt. Damit so wenig als möglich Wärme verloren gehe, muß diese Röhre mit schlechten Wärmeleitern umgeben werden.

133. Alle diese Pläne sind jedoch manchmal unnütz, denn wir können nicht immer den Kocher tief genug stellen. Aber nach Art. 101. ist der Dampf im Stande eine Säule Wasser von einer gewissen Höhe zu tragen; und daher konnte — bis zu einer bestimmten Gränze — der Kessel auch höher seyn, als der niedrigste Punct der Röhren, aus welchen das Wasser in denselben getrieben werden soll.

Man lasse A die Cisterne seyn, zu welcher das Wasser zurückkommen soll, Fig. 11 und 13 der niedrigste Theil der Dampfröhren und AB eine Röhre von diesem Puncte zur Cisterne gehend, mit einer Klappe C, um zu verhindern, daß das Wasser, welches in diese Röhren durch den Druck des Dampfes eingetrieben wor-

den ist, wieder zurückfließen könne. Damit dieser Apparat die beabsichtigte Wirkung habe, so muß der Punct D über dem Wasserspiegel in der Cisterne liegen, und die Höhe von DB nicht größer seyn als 9 Fuß, bei einem Drucke des Dampfes von 4 Pf. auf den Quadratzoll.

Von Begrenzung der Wärme.

134. Bei der Leitung der Wärme zu dem Orte ihrer Bestimmung ist die Kunst, so wenig als möglich davon einzubüßen, der Gegenstand interessanter Untersuchungen geworden. Rumford und Leslie haben den Grund zu dergleichen gelegt. Der erstere zeigte die Methode, die Wärme durch schlechte Wärmeleiter zu begrenzen, der letztere die Wirkung der Oberflächenänderung; jedes hat seinen Werth, aber es ist am besten in der Praxis, beide Methoden miteinander zu verbinden.

Die schlechten Leiter, um die Wärme der Röhren zusammenzuhalten, müssen trocken seyn, und alle zutretende Feuchtigkeit abgehalten werden; denn die meisten dieser Körper ziehen das Wasser an und halten es mit großer Kraft fest; aber sobald sie feucht werden, wird ihre Leitungsfähigkeit vermehrt. Die zu diesem Zwecke angewandten Substanzen sind Spreu, Kohlenpulver, Asche, Sägespähne, Kleien, pulverisirter Kalk, Ziegelmehl u. s. w. Mit dergleichen Substanzen muß die Röhre oder das Gefäß, welches gegen Wärmeentziehung geschützt werden soll, zu einer beträchtlichen Dicke umgeben werden. Diese Dicke hängt von der Temperatur des heißen Körpers ab, und sollte für Dampfröhren 2 bis 3 Zoll seyn. Die schlechten Wärmeleiter dürfen auch nicht stark in den Raum, welchen sie einnehmen, eingepreßt werden; und in manchen Fällen kann man gerade hölzerne Fütterungen brauchen. Wo Wasser oder blos Dampf Zugang haben kann, da muß der Umschlag wasserdicht seyn. Auf Tab. I und II. sieht man die An-

wendung einer solchen schlechtleitenden Materie bei Kochern.

Feste Körper von schlechter Wärmeleitung können oft mit Nutzen zu eben diesem Zwecke gebraucht werden: wie Kork, Holz, leichte und poröse Backsteine und Mineralien, z. B. Tuff und andere schwammige Stalactiten, Bimstein u. a. m. Aber wo dergleichen so angewandt werden, daß sie zu Tage liegen, da müssen sie mit einer Materie bedeckt werden, welche für Feuchtigkeit undurchdringlich ist. Einige Männer erheben die Backsteine als das beste Baumaterial, weil sie schlecht die Wärme leiten; aber sie nehmen in dunstigem und regnerischem Wetter sehr viel Feuchtigkeit auf, und sollten nur da angewandt werden, wo sie gegen dieselbe geschützt werden können; denn die Verwandtschaft derselben zum Wasser ist so groß, daß dieses an Mauern, welche an feuchten Stellen stehen, 3 bis 5 Fuß aufwärts steigt.

Umgrenzte Flüssigkeiten sind schlechte Wärmeleiter, und Luftarten die allerschlechtesten; und ihre Leitung wird noch durch eine geringere Dichtigkeit vermindert. Eine mehr oder weniger vollkommene Kenntniß dieser Eigenschaften bestimmte Alberti, einen sehr alten italienischer Schriftsteller über Baukunst, hohle Mauern aufzuführen; Rumford räth die Kocher doppelt zu bedecken, und Watt läßt mehrere Panzen um die Cylinder der Dampfmaschinen herumwerfen. Die relative Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten kann ungefähr, wie folgt, ausgedrückt werden:

Quecksilber	2	Nach Thomson
Leinsamenöl	1,111	— Ebendas.
Wasser.	1	
Atmosphärische Luft .	0,25	— Rumford.

Doppelfenster dienen sehr gewöhnlich Wärmeverlust zu vermeiden; und dasselbe kann noch leichter erreicht werden, wenn man in denselben Rahm doppeltes Glas einbringt, so daß die beiden Glastafeln ohngefähr $\frac{1}{2}$ Zoll oder etwas mehr von einander stehen; dabei darf

man die innere Tafel nicht zu sehr befestigen, damit nicht eine von denselben durch die Ausdehnung der erwärmten Luft zerspringe.

Mehrere Stücke von trocknem Schaaf- oder Baumwollenen Zeuge werden die Wärme sehr gut, vorzüglich bei offenem Gewebe, beschränken; aber ein einfacher Ueberzug von beiden wird die Abkühlung polirter Metallflächen beschleunigen (S. Art. 115.). Leinenzeug ist weniger wirksam als Wolle.

Wenn eine Dampfröhre nur in eine andre Röhre von größerem Durchmesser eingelegt wird, daß den leeren Raum schlechte Wärmeleiter einnehmen, so wird der Wärmeverlust sehr gering seyn; in manchen Fällen kann man durch denselben einen Luftzug leiten, und so zur Lüftung verwenden; in diesem Falle ist der Wärmeverlust kaum in Anschlag zu bringen. Wo man einen Luftstrom anbringen will, muß ein beträchtlicher Unterschied zwischen der Stelle seyn, wo die kalte Luft eindringt, und wo sie erwärmt wieder ausströmt.

Wird eine Dampfröhre zu einer beträchtlichen Entfernung unter der Erde weggeführt, so muß selbst in einem trocknen Grunde eine Rinne gelegt werden, deren Grund man mit Ziegelfragmenten, kleinen Steinen und ähnlichen Materialien anfüllt. Die Röhre selbst, überall drei Zoll dick von trockner Asche umgeben, und darüber noch von einer Decke Thon, wird so weit in die Erde eingelassen, als nöthig ist, daß sie nicht von außen beunruhigt werden kann.

Siebentes Kapitel.

Spezielle Anwendung obiger Sätze. Heizung und Lüftung der Wohnhäuser, Kirchen, Amtshäuser, Schulen, Theater u. s. w.

135. Die vorhergehenden Kapitel enthielten die allgemeinen Grundsätze zur Einrichtung eines Dampf-

apparates und einer guten Lüftung. Diese sollen nun auf Beispiele übergetragen werden; und dabei wird gezeigt werden, welches für die hauptsächlichsten Fälle, wo dergleichen sich anwenden läßt, die beste Art und Weise ist. Für die Ausdehnung und Größe der Anlage lassen sich dann leicht Berechnungen anstellen.

Stuben, Gänge u. s. w. in Wohnhäusern.

In Wohnhäusern scheint es nicht gut, Dampfwärme allein anzuwenden; sondern sie kann vorzüglich in großen, weitläuftigern Gebäuden nur eine Hülfsmethode seyn, Wärme und Lüftung zu erhalten.

Ein großes Zimmer, ein Sal wird selten mit Vortheil durch offene Feuer erwärmt, und, Vorsäle, Treppenhäuser, Gallerien u. dergl. können es nicht ohne Verwüstung von Feuermaterial. Hier ist es vielleicht am vortheilhaftesten, beide Methoden mit einander zu verbinden, und Stuben und Säle durch offene Feuer und Dampfröhren zu heizen; Treppensäle aber, Gallerien u. dergl., blos durch Dampf. Die Luft dieser Räume selbst zu erwärmen ist besser, als erwärmte Luft zuzuführen; denn es wird weniger Feuermaterial erfordert, und bessere Lüftung erzeugt. Ueberdem ist die Luft am Grunde der Gebäude oft ziemlich unrein, feucht u. s. w.; wo man daher diesen Plan festhält, sollte man die Luft aus einer höheren Region, wo öftere Winde die Luft rein erhalten, herunterleiten, was solchen, welche mit den hydrodynamischen Gesetzen genauer bekannt sind, nicht schwierig erscheinen wird.

Für Wohnhäuser braucht man jedoch nicht die gewöhnlichen blosen Dampfröhren; man muß hier oft auch Raum zu mancherlei Zierrathen geben. Den Dampfbehältern giebt man ein angenehmes Aeußere, oder man kann auch mehrere Dampfröhren zusammennehmen, und sie mit einem gegitterten Kasten umgeben; hier kann das Material sehr verschieden seyn: Gußeisen, Messing, Bronze, die Unterlagen von Marmor u. s. w. (Vergl. Taf. III. Fig. 12.); oder man kann die Röhren auch

ganz in der Wand verbergen, nur daß man hier beobachten muß, daß die Luft des Zimmers freien Zutritt zur erwärmten Fläche der Dampfröhre haben könne.

Wenn hinlängliche Wärme gegeben ist, um die Gänge, Vorsäle u. s. w. bis auf 10° bis 12° zu erwärmen, so brauchen die Zimmer kaum wärmere Luft, sie müßten denn sehr groß und die Röhren von vielen Ornamenten umschlossen seyn.

Wo man ein Zimmer mit frischer Luft versehen will, da müssen die Luftzüge nicht über einen Fuß hoch vom Boden desselben angebracht werden. (Vergl. Kap. IV. über die Lüftung). Wird aber ein Wohnzimmer nur für einige Zeit gebraucht, und werden in der Zwischenzeit die Fenster gehörig geöffnet, dann ist natürlich eine systematisch abgemessene Lüftung nicht erforderlich; aber in jedem andern Falle ist es gut, für immerwährenden Luftzug zu sorgen. Wo kein offenes Feuer ist, da wird der Luftzug durch die Decke eingerichtet. Aehnliche Verzierungen, wie sie dienen, um Lampenhaken zu verbergen, können auch hier angewandt werden, um die Abzüge für schlechte Luft zu verdecken. Vergl. Art. 62 und 75.

136. Um nur dem Leser einige Idee von der Art zu geben, wie man die Wärmemenge, welche ein gegebener Raum erfordert, berechnet, wird ein Beispiel am schicklichsten erläutern. Wir wollen annehmen, eine Flur, ein Treppensal und zwei Gänge seien bei einer Temperatur von — 14° der Atmosphäre auf 10 bis 12° zu erhalten; die Flur habe 2 Fenster, jedes 10 Fuß hoch und 4 Fuß breit, und die Eingangsthür werde immer verschlossen gehalten. Die Treppe werde durch eine Kuppel erleuchtet, von 8 Fuß im Durchmesser, mit wohlverwahrtem Glase und 30 Fuß von der Flur hoch, und jeder von den zwei Gängen habe zwei Fenster zu 7 Fuß Höhe und 3 Fuß 6 Zoll Breite.

Die Glasfläche beträgt also

für die Flur . . .	80	Fuß
Treppe . .	100	"
Gänge . .	98	"
	278	Quadratfuß Glas-

oberfläche: und diese Menge Oberfläche wird (nach Art. 67.) 417 Cubikfuß Luft in der Minute abkühlen.

Demnächst haben wir die Menge erhitzter Luft zu schätzen, welche durch die Kuppel entweicht, so wie durch andre Oeffnungen der Fenster u. a. m. in den obern Theilen: alles dieses können wir völlig äquivalent mit $\frac{1}{2}$ Quadratfuß in der Kuppel setzen, und die Luft wird mit einer Geschwindigkeit entweichen, welche der Höhe einer Säule von verdünnter Luft von 30 Fuß entspricht: folglich werden wir nach der Regel Art. 64, Note finden, daß bei $11^0 \frac{100\sqrt{30}}{2} = 275$ Cubikf. Luft in einer Minute entweichen wird. Und also haben wir $417 + 275 = 692$ Cubikf. Luft in der Min. mit der gehörigen Menge Wärme zu versehen; ohne in Anschlag gebracht zu haben, wie viel Wärme durch Oeffnen und Schließen der Thüren aufgeht.

Nun finden wir nach der Regel Art. 44., daß $\frac{692 \times 25}{2{,}1 \times (75 - 11)} = 128\frac{3}{4}$ □ Fuß Oberfläche der Dampfröhre erfordert wird, um diese Wirkung hervorzubringen; und welche an den bequemsten Orten in der Flur vertheilt werden kann (vorausgesetzt, daß Flur, Treppe und Gänge nicht durch Thüren von einander getrennt sind, wodurch die freie Communication der Luft verhindert würde), weil von hier aus sich die Wärme nach den obern Theilen leicht vertheilt.

Ich habe einen solchen Fall gewählt, theils weil er sehr gewöhnlich, theils weil er sehr schicklich ist, die Unbequemlichkeiten einer Kuppel bei einer Treppe zu zeigen, wo diese auf einer höhern Temperatur, als die äußere Luft hat, zu erhalten. Denn die erhitzte Luft wird mit der Kraft einer Säule verdünnter Luft von

30 Fuß durch die Oeffnungen der Kuppel hinausgetrieben. Eine solche Kuppel ist jedoch für die Sommerlüftung gut: und Alles, was nöthig ist, sie für den Winter weniger nachtheilig zu machen, ist das Anbringen eines verticalen, ziemlich genau schließenden Fensters, so wie doppelte Kuppelfenster. Dadurch würde, wenn wir uns auf unsere Rechnungen verlassen können, ungefähr $\frac{1}{3}$ Feuermaterial erspart werden, so wie auch sehr viel im Aufwande für den Heizapparat, und das Haus würde für den Winter um ein Großes bequemer und gesünder seyn.

Kirchen, Kapellen u. s. w.

137. Kirchen und Kapellen sind gewöhnlich luftig und sehr weit, so daß im Winter, wenn Wärme nöthig ist, nur eine geringe Lüftung nöthig ist, schon wegen der kurzen Versammlungen, die darin gehalten werden. Aber dafür muß für eine gute Lüftung im Sommer gesorgt werden. Zuerst von der Heizung!

Man nehme eine Kirche für 1200 Menschen, und einen Raum von 100,000 Cubikfuß; im Winter die Versammlungen im Mittel zu 600 Menschen, die Anzahl der Fenster zu 28 mit 1000 □ Fuß Oberfläche Glas; die Temperatur ist auf 9° zu erhalten, und die Temperatur der äußern Luft ist 0°.

Nach der Regel Art. 68., wird also der Wärmeverlust von der Glasoberfläche seyn . . . 1500 Cubikf.
durch die Lüftung für 600 Menschen. 2400 —
durch das Entweichen von Wärme durch Ritzen der Fenster u. a. m. . . . . 300 —
Also die ganze Summe der in 1 Minute zu erwärmenden Luft ist . . . . . 4200 Cubikf.

Die Größe der Oberfläche, welche diese Wirkung hervorbringen würde, ist 428 □ Fuß (Art. 44.), und wenn 100,000 Cubikf. Raum in der Kirche ist, so wird, 100,000 durch 4200 dividirt, der Quotient 24 die Anzahl Minuten seyn, in welcher der Kocher in volle Thätigkeit kommt.

Um die Wärme zu verbreiten, wird man einfache Röhren, ohngefähr 4 Zoll im Durchmesser, am bequemsten und wirksamsten finden. Diese müssen nach den Umständen vertheilt werden. Sie dürfen aber nicht viel über der Flur erhaben seyn, und in den meisten Fällen gehen sie am allerbesten unter den Sitzen hin.

Wenn man vierzollige Röhren nimmt, so braucht man so viel Fuß in der Länge, als es Fuß Oberfläche sind, weil eine vierzollige Röhre etwas mehr als einen Fuß Umfang hat; und folglich sollte der Kocher 37 Cubikf. Dampf enthalten; denn dieß wird die Größe seyn, welche alle Röhren füllen würde. (Vergl. Tabelle IV. Taf. VII.)

138. Die Sommerlüftung einer Kirche oder Kapelle ist ein wichtiger Gegenstand, da man hier Alles aus dem Wege räumen muß, was die Menschen von ihrer Bestimmung ablenken könnte. Dabei muß aller Luftzug, welcher, ungeschickt angebracht, zarten Personen so leicht schadet, vermieden werden; denn es ist doch wirklich hart, wenn solche Personen bei dem Gottesdienste Krankheiten ausgesetzt sind. Wenn die Luft in einer Kirche wärmer als die äußere Luft ist, und ein Fenster in einiger Höhe von der Flur an der einen Seite der Kirche, und ein anderes an der entgegengesetzten Seite etwas geöffnet wird, so entsteht ein Luftzug; und die kühlere Luft wird mit beträchtlicher Schnelligkeit auf die Köpfe derer ziehen, welche in einiger Entfernung von der Mauer, wo die Luft einzieht, sitzen. Giebt man der Oeffnung eine solche Richtung, daß der Luftzug aufwärts geht, so ist zwar diese Wirkung etwas weniges gemindert, weil nun der Zug sich mehr zerstreut, aber doch geht er nach unten, wenn auch mit weniger Schnelligkeit auf die Köpfe der zunächstsitzenden. Kleine Oeffnungen, um die kalte Luft zuzulassen, dienen nur dazu, die Schnelligkeit zu vermehren, und folglich die Gefahr zu erhöhen; vorzüglich wenn die Oeffnungen, wo die

warme Luft ausfließt, groß sind, und die verticale Entfernung zwischen der Flur und dem Platze des Ausflusses beträchtlich ist.

Um diesen Unbequemlichkeiten abzuhelfen, muß der Raum, um die kalte Luft zuzulassen, sehr groß und so viel als möglich getheilt seyn*); er muß nahe an der Flur sich befinden, so daß die Luft nicht etwa niedersteigen kann; auch können Röhren unter dem Fußboden in die Mitte der Kirche hingeleitet werden, um auch die Luft in der Mitte der Kirche mit frischer zu vertauschen. Natürlich müssen alle diese Oeffnungen mit Thüren verschlossen werden können.

Die warme Luft muß an der Decke an verschiedenen Orten durch Luftröhren entweichen können, welche wie Art. 75. gezeigt worden ist, mit Registern versehen sind. Die Röhren müssen von gleicher Höhe seyn, und alle auf gleiche Weise von der Sonne beschienen werden. Wenn die Oeffnungen durch die Decke gehen in den Raum unter dem Dache, und von hier aus eine Röhre in den Glockenthurm geleitet wird, so kann eine wirksame Lüftung ohne besondere Züge bis auf das Dach zu führen, erhalten werden. Alle Seiten- und Endfenster müssen zugehalten werden, denn wenn die Oeffnungen der Decke schon von hinreichendem Umfange sind, so werden die Oeffnungen an der Seite das Lüften eher vermindern als vermehren.

Die Lüftung ist am schwierigsten zu erhalten bei bedecktem Himmel, und trüben stillen Wetter. Gesetzt, wir wünschten Lüftung zu erhalten, welche hinreichte, die innere Luft nicht über die Temperatur der äußern Luft steigen zu lassen; nun sei die Temperatur der äußern Luft 18°; also darf die Temperatur der innern Luft nicht über 20° steigen; und es darf nicht

---

*) Drahtgitter mit 64 Oeffnungen auf den □ Zoll sind schon hinlänglich.

weniger Luft entweichen als $2\frac{1}{2}$ Cubikf. in der Min. für jede Person, weil jede Person genau diese Menge Luft um 5° in der Min. bei diesen Temperaturen erwärmt *).

Wenn eine Kirche 1000 Personen enthält, und die Höhe von der Flur bis zum Ende der Röhren 49 Fuß ist, so haben wir die Summe der obern Oeffnungen zu finden, welche 2500 Cubikf. Luft in der Minute bei einem Temperaturunterschied von 2° entweichen lassen können. Dieß ist leicht durch die Regel Art. 64. gefunden: $\frac{2500}{30\sqrt{49}} = 12$ □ Fuß. Ist die Höhe nur 36 Fuß, so ist $\frac{2500}{30\sqrt{36}} = 14$ Quadratfuß reichlich. Wenn die Decke eben ist, dann müssen etwa 5 oder 6 Ventilatoren auf diese Ebene vertheilt werden; aber bei einer gewölbten Decke würden vielleicht drei besser seyn, welche an den höchsten Puncten vertheilt wären, wie etwa bei D in der Fig. 33. Taf. X.

Die Oeffnungen für den Zufluß der kalten Luft

---

*) Im Art. 56. ist angenommen, daß die Quantität Luft, welche in einer Minute durch die Lungen geht, 800 Cubikzoll beträgt, oder etwa $\frac{1}{2}$ Cubikf., und daß diese Luftmenge bis auf 28° erwärmt ist. Nun lasse man t′ die Temperatur der äußern Luft seyn, und t die Temperatur, bei welcher das Zimmer zu erhalten ist, und $x - \frac{1}{2}$ das Volumen der äußern Luft, welches die ausgeathmete Luft bis zur Temperatur des Zimmers abkühlen würde. Dann ist $(\frac{1}{2} \times 28) + (x - \frac{1}{2}t') = tx$ nach der allgemeinen Formel, nach welcher man die Temperatur von gemischten Portionen der nämlichen Flüssigkeit berechnet.

Also ist $\frac{28 - t'}{2(t - t')} = x =$ als die Cubikfuße Luft, die in der Minute durch Lüftung zu entfernen sind, welches, auf den im Texte betrachteten Fall angewandt, folgendes Resultat giebt: $\frac{28 - 18}{2(20 - 18)} = 2{,}5$. Dieß ist die geringste Quantität, weil eine beträchtliche Menge Wärme von der Oberfläche des Körpers ausströmt, wovon man nicht einmal das Mittel kennt.

müssen etwa doppelt so groß seyn, als die an der Decke. Die Luft sollte nicht vom Boden oder einem umschränkten Platze zugeleitet werden. In einem neuen Gebäude können Züge für die kalte Luft angebracht werden, welche sich im Friese unter dem Gesimse bei A öffnen, niedersteigen und durch Gitterwerk auf dem Boden der Kirche bei C,C sich enden; und werden solche Luftzüge auf verschiedenen Seiten der Kirche angebracht, so werden sie mit den Winden wirken. Die Oeffnungen dieser Luftzüge müssen tiefer stehen als D und E; auch brauchen die Luftzüge selbst gerade nicht durch die Mauern zu gehen: dieß kann und muß ganz von den Umständen abhängen.

Schulen, Hörsäle, Bibliotheken u. s. w.

139. Die nämlichen Grundsätze, wie bei den Kirchen, gelten auch hier, daher brauche ich kein Beispiel zu wiederholen. Aber in kleinen Schulen u. s. w. par terre, werden Oefen mit größerm Nutzen angewandt, sind weniger kostspielig und verlangen wenig Aufmerksamkeit. Die Art einen Ofen zu setzen, um in einer Schule eine gleichförmige Wärme zu verbreiten, ist beinahe dieselbe, welche man anwendet, um Gewächshäuser zu heizen; die Züge sind nämlich in einer Richtung unter dem Fußboden hingeleitet, mit Drahtgittern, um die erwärmte Luft in das Zimmer zu lassen. Die Feuerstätte muß beinahe auf dieselbe Weise, wie die der Kocher eingerichtet werden (Vergl. Taf. II.); nur sollte bei der letztern der Rauchfang mit einer doppelten Lage von Ziegelsteinen von ohngefähr 18 Zoll Quadrat, über das Kreuz mit einander verbunden, bedeckt werden, um das Entweichen von Rauch oder Dunst von dem Feuermaterial zu verhüten. In der Entfernung von ohngefähr 10 Fuß vom Feuer, kann der Rauch in eine eiserne Röhre

von etwa 9 Zoll Durchmesser und 30 Fuß Länge für eine gewöhnliche Esse, kürzer, wo schlechter Zug ist, länger, wo der Zug gut ist, eintreten, und durch diese Röhre in die Esse ausströmen. Die Röhren können auch von Gußeisen seyn, wie die Dampfröhren, auch wohl eben so gelegt werden, auf Rollen, damit die Juncturen bei der Ausdehnung nicht leiden; das lose Ende liegt nach der Esse zu; das Maas der Ausdehnung ist das nämliche wie für Dampfröhren, nämlich $\frac{1}{8}$ Zoll für jede 10 Fuß Länge, obgleich auch kaum die Hälfte davon überschritten wird. Die Leitung unter dem Fußboden, welche diese Rinne enthält, muß groß genug seyn, daß die Röhre 3 Zoll vom Boden und den Seiten abstehen kann; und auf der innern Seite glatt berappt werden. Die kalte Luft, welche zum Lüften dient, wird in diese Rinne nahe am Feuer eingelassen; und strömt in den zu lüftenden Raum durch Gitterwerk ein, durch welches auch die etwa zufällig abgekühlte Luft herabsinkt, um, wieder erwärmt, sich erheben zu können.

Ein so eingerichteter Ofen wird bald Wärme geben, nachdem das Feuer entzündet worden ist; und er kann noch mit Vortheil in der Esse mit einem Dämpfer versehen werden, um den Zug zu reguliren. Wenn die Entfernung zwischen Feuerstätte und Esse nicht vorher in Rechnung genommen werden kann, so kann der eiserne Zug von geringerem Durchmesser gemacht werden. Und in andern Fällen wird es nothwendig, den Zug zurückzuleiten, wenn Feuerstätte und Esse beisammen sich befinden.

Der Umfang des Feuers kann nach der nöthigen Wärme regulirt werden, wie im Art. 68. gezeigt worden ist; und um die Temperatur bei 12° zu erhalten, wenn die äußere Luft noch unter 0° ist, braucht man so viel Pfund Kohlen, als das Product der Multiplication von den Cubikfußen der in der Minute zu erwärmenden Luft mit 0,0042444 an-

giebt *). Den Umfang des Feuers zu bestimmen, um eine gegebene Quantität Kohlen zum Brennen zu bringen, ist Art. 97. gezeigt worden.

Theater, Opernhäuser u. s. w.

140. Bei Anbringung von Wärme in Theatern und Plätzen von ähnlicher Art, wird Dampf immer am sichersten und wohlfeilsten befunden werden. Die eigene Lüftung ist von beträchtlicher Wirkung, und kann leicht nach den nämlichen Grundsätzen ausgeführt werden, wie die der Kirchen. Aber es ist wohl zu bemerken, was Georg Saunders, welcher alle Mittel studirt hat, um den Verlust des Schalles zu vermeiden, sagt: „die Oeffnungen, welche nöthig sind, um die Luft zu ändern, sollten Deckel haben, um sie genau zu verschließen, und nur in den Zwischenacten geöffnet werden.“ Denn er glaubt, und nicht mit Unrecht, daß alle Bewegung in den mittelsten Theilen eines Theaters, die Schwierigkeit zu hören vermehren würde. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, könnte die Luft, welche sich in den obern Theilen der Logen gesammelt hat, leicht durch besondere Röhren zu dem obern Theile des Hauses geführt werden, und durch die Ventilatoren entweichen. Auf diese Weise würde sich die Bewegung der Luft in den mittlern Theilen des Hauses vermindern, und folglich fortwährende Lüftung weniger schädlich seyn; außerdem hätte man den Vortheil, daß der hintere Theil der Logen gut gelüftet würde. Der nämliche Schriftsteller bemerkt, daß die Oeffnungen, um frische Luft zuzuleiten, allgemein seyn sollten, d. h. in jeden Theil des Hauses vertheilt, um das Vorkommen von Zügen

---

*) Denn 0,000005895 Pf. Kohle wird 1 Cubikfuß Luft um 1° erwärmen (Art. 23.); und wenn A die Quantität der in 1 Min. zu erwärmenden Luft ist, so wird 60 A in 1 St. zu erwärmen seyn; nun soll sie um 12° erwärmet werden, also $60 \times 12 \times A \times 0{,}000005895 = 0{,}0042444\,A$.

kalter Luft zu vermeiden; ein Plan, welcher ganz mit meinen eigenen Ideen über diesen Gegenstand zusammentrifft, und im Winter würde man darauf sehen, erwärmte Luft zuzuführen. Im Sommer, bei schwülem Wetter, muß man im Stande seyn, die Temperatur noch ohngefähr 2^0 unter der Temperatur der äußern Luft zu erhalten; und angenommen, die Luft sei 16^0, dann sollte $2\frac{1}{2}$ Cubikf. in der Minute für jeden Zuschauer bestimmt (Art. 138. Note) werden; und da die Höhe eines Theaters, vom Parterre bis zur Decke, 40 bis 50 Fuß ist, so kann man, indem man noch das Dach in Anschlag bringt, zum wenigsten eine Säule verdünnter Luft von 64 Fuß Höhe annehmen; und nach Art. 64. Note haben wir $\frac{2,5}{30\sqrt{64}} = \frac{1}{96}$ □ Fuß für jeden Zuschauer. Es müßten also in einem Theater für 2000 Menschen $\frac{2000}{96}$ = 21 □ Fuß für die Ventilatoren gerechnet werden. Vielleicht halten manche Leser diese Berechnung zu gering angesetzt; allein der Aufenthalt an einem solchen Orte ist auch sehr kurz, und die Lüftung hier viel weniger nöthig, als an solchen Orten, wo man wohnt.

Wollen- und Seiden-Manufacturen u. s. w.

141. Den ersten Versuch, dergleichen Gebäude mit Dampf zu heizen, scheint Neil Snodgraß 1799 gemacht zu haben; und bald wurde er mehrfach wiederholt und die Methode angenommen. Man hat sie besser, als alle andre Heizmethoden gefunden und gesünder, um eine solche Temperatur zu erhalten, welche dergleichen Werke erfordern. Ehe die Maschinerie einen gewissen Grad von Wärme erlangt hat, finden die Spinner es beinahe unmöglich zu arbeiten; und dieß fühlt man am meisten Montags Morgens, wo alles kälter geworden ist, da die Ruhe länger als gewöhnlich gedauert hat. In den gewöhnlichen Spinnereien ist das Lüften sehr sparsam eingeführt, da es

ganz für überflüßig angesehen wird an solchen Orten, welche auf einer erhöhten Temperatur zu erhalten sind. Die geringe Menge Feuermaterial, welche dieser Grad von Lüftung erfordert, kann bei Personen, die nur Etwas Ehre oder Menschlichkeit haben, nicht in Anschlag kommen. Reine und gesunde Luft ist zum Wohlbefinden der Menschen eben so nothwendig, als reinliches und gesundes Essen; und der, welcher wissentlich seine Arbeitsleute in unreiner Luft leben läßt, ist eben so streng zu bestrafen, als wer das Brod verfälscht.

Die Wärme für eine Spinnerei kann zu 16° bis 17° angenommen werden, wenn die äußere Luft 0° Wärme hat. Nun wollen wir 5 Stockwerke annehmen; 60 Fuß lang, 33 Fuß breit, die Zahl der Thüren und Fenster 70 und die Fläche des Glases in den Fenstern 1000 □ Fuß; dabei Lüftung für 200 Menschen, dann sind nach Art. 68. $770 + 800 + 1500 = 3070$ Cubikf. Luft von der Temperatur der äußern Luft bis zu der des Hauses in der Minute zu erwärmen. Und nach der Regel Art. 44. würden $\frac{3070 \times 16}{2{,}1(75-16)} = 397$ oder $\frac{3070 \times 17}{2{,}1(75-17)} = 429$ oder beinahe 400 bis 430 □ Fuß Oberfläche von gußeisernen Dampfröhren dazu gehören, um den Raum bei 16 bis 17° Wärme zu erhalten, wenn die äußere Luft 0° wäre; ein Theil davon würde in den Trockenstuben, ein anderer in den Arbeitsräumen angebracht werden, wie unten zu beschreiben ist. Denn es ist für die Lüftung am besten, die frische Luft erst zu erwärmen; man wird dann weniger Oberfläche der Dampfröhre in den Werkstuben nöthig haben, und sie auch auf einer gleichen Temperatur erhalten können. Die Fenster müssen so genau verschlossen, als nur möglich ist, und die Abzüge für die unreine Luft mit Registern an der Decke angebracht werden. Die frische Luft wird am besten an verschiedenen Theilen in der Flur oder nahe an

derselben eingeführt werden, und ist das gute Verhältniß getroffen, so wird die Luft ganz ruhig scheinen; leichter Staub und Dunst wird durch die aufsteigende Luft mit fortgeführt werden; die Zimmer werden trockner seyn, und die Luft reiner. In neuen Gebäuden, können die gußeisernen Stützen, welche die Flur tragen, hohl gemacht werden, und Luftröhren abgeben. In andern Fällen macht man die Luftröhren wohl von verzinntem Eisenblech, oder Zinkplatten, oder auch von Thon, (wo die innere Fläche glasirt werden muß, um die Anhäufung von Staub zu verhindern), und sie müssen so vertheilt werden, daß kein Wärmeverlust entsteht. Ein kleines Zimmer, durch welches drei oder vier Dampfröhren zurückgehen, sollten, wie Art. 144. beschrieben werden wird, zur Erwärmung der frischen Luft eingerichtet werden; am Boden dieses Zimmers tritt die kalte Luft ein, wird durch die Röhren erwärmt, und steigt durch die Luftzüge oder Röhren in die Zimmer auf. Sind verschiedene Stockwerke durch Einen Apparat zu erwärmen, so kann dieß Zimmer in mehrere Abtheilungen abgetheilt werden, und für jedes Stockwerk eine von diesen Abtheilungen bestimmt werden; Register reguliren das Zuströmen der nöthigen warmen Luft.

Das Maas der Luftröhren für ein Stockwerk findet man leicht auf folgende Weise; am größten wird es seyn müssen, wenn die äußere Luft beinahe so warm ist, als sie im Gebäude seyn muß. Man lasse die Höhe von dem Boden des Luftzimmers bis zur Decke des Stockwerkes 30 Fuß, und die Anzahl der daselbst arbeitenden Menschen 40 seyn; die Luft werde um 5^0 über die Temperatur der äußern Luft erwärmt, ehe sie eintritt, und die Zimmerluft sei 10^0 wärmer als die äußere Luft. Dann muß, nach Art. 61., $40 \times 4 = 160$ Cubikfuß Luft in der Minute erneut werden; und nach Art. 64. Note, ist also der Durchschnitt der Luftröhre $= \frac{160}{43\sqrt{30}} = 0{,}7$ Fuß, oder

ohngefähr 100 □ Zoll; und die Röhren, welche die unreine Luft wegzuführen bestimmt sind, brauchen nicht größer als etwa $\frac{2}{3}$ dieses Umfangs zu seyn. Die Quantität der Dampfröhren für das Dämpfzimmer muß hinreichend seyn, um 160 Cubikfuß Luft in der Minute um 15° zu erwärmen, wenn die äußere Luft 0° ist. Aber da die Luft von der Temperatur von 0° mit Röhren von 15° zusammenkommt, so geht sie mit einer Wärme fort, welche das Mittel von 15° ist, also 7,5° und so viel ist auch in Rechnung zu bringen. Also sind $\frac{160 \times 15}{2{,}1(75-7{,}5^0)}$ = fast 17 □ Fuß Oberfläche für die Dampfröhre im Luftzimmer nöthig, welches für ein Stockwerk, 20 Fuß über ihm, bestimmt ist. Die Ursache, weswegen die zugeführte Luft eine niedrigere Temperatur haben muß, als die Zimmer-Luft, liegt am Tage; hätte sie gleiche Temperatur, so würde sie in die Höhe steigen, und statt der unreinen Luft an der Decke entweichen; die eigentliche Lüftung würde also aufgehalten statt verbessert.

Die Dampfröhren im Zimmer müssen die noch fehlende Wärme geben; dabei müssen alle Oeffnungen, die von der Seite kalte Luft zuführen könnten, sorgfältig verschlossen werden.

Wenn das verdichtete Wasser in den Kocher nicht zurückkehren kann, so wäre es ein Vortheil, es in den Röhren sich sammeln zu lassen, vorzüglich wenn von demselben Kocher noch eine Dampfmaschine getrieben wird; weil des Morgens weniger Zeit erfordert wird, um die nöthige Temperatur zu geben; und Abends eine Stunde oder noch eher der Dampf aufhören kann zuzuströmen, da die übrige Zeit nun durch das heiße Wasser in den Röhren Wärme ausgetheilt wird. Der Mann aber, welcher das Feuer unter dem Kocher besorgt, muß jeden Morgen, wenn Feuer angemacht wird, das Wasser aus den Röhren lassen.

Tafel VIII. zeigt, wie der Dampf angewandt

worden ist, um eine Seidenspinnerei zu Watford zu wärmen.

Werkstätte für solche, welche Holz verarbeiten.

142. In diesen Werkstätten muß Trockenheit und eine gleiche Temperatur auch durch den ganzen Winter hindurch herrschen, vorzüglich wo musikalische Instrumente verfertigt werden; denn davon hängt zum Theil die Tüchtigkeit der Instrumente ab. Wie in Wohnzimmern sollte die Temperatur 12—15° seyn. Ein Beispiel wird die Art am besten erläutern, wie dieser Grad von Wärme vermittelst des Dampfes zu erhalten ist; außerdem hat man den Vortheil, Leim zu kochen und zu wärmen, Holz zu trocknen u. dergl. was man nicht leicht durch eine andre Methode erhalten kann.

Man nehme an, die Werkstatt sei 50 Fuß lang 20 breit, habe die Fenster alle an einer Seite, in fortlaufender Ordnung, und die ganze Fläche der Fenster betrüge 250 Fuß; der Wärmeverlust für eine Min. von Seiten der Fenster wird also (nach Art. 67.) $1{,}5 \times 250 = 375$ Cubikfuß seyn. Wenn 12 Leute in diesem Raume beschäftigt sind, so wird der Wärmeverlust, durch die nöthige Lüftung herbeigeführt, 48 Cubikfuß in der Minute betragen; und die ganze zu erwärmende Quantität Luft 423 Cubikfuß ausmachen. Die Größe der Oberfläche des Dampfkessels, welche diese Quantität Luft bei äußerer Temperatur = 0°, bis zu 12° erwärmen würde, betrüge nach der Regel (Art. 44.) $\frac{423 \times 12}{21 \times (75-12)} = 38\frac{1}{3}$. Folglich würde eine einfache 4zollige Dampfröhre in der Länge des ganzen Raumes hinreichend seyn. Sie kann auf der Fensterseite gelegt werden, und eine kleine Erweiterung in derselben mit einer kleinen Platte bei jedem Arbeiter angebracht, könnte zum Wärmen des Leimtiegels dienen.

Das Ganze der Dampfröhren wird also ohngefähr 5 Cubikfuß Dampf enthalten; so viel muß also auch der Dampfkessel fassen; und dieser wird in 12 Stunden etwa 4 Cubikf. Wasser in Dampf verwandeln, und etwa $\frac{1}{2}$ Scheffel Kohlen den Tag verbrauchen; oder eine gleichzusetzende Menge Coks oder Holz. Die vom Kocher entweichende Wärme kann noch benutzt werden, die Materialien zu trocknen u. s. w. (Vergl. Kap. XI.).

Der Dampf ist auch mit Nutzen von Herrn Ramshaw angewandt werden, Kupferplatten zum Kupferdrucken zu erwärmen. Der hierzu erforderliche Apparat ist in den Verhandlungen der Society of Arts Vol. XXXVI. p. 95. beschrieben, und verdient gewiß vor der gewöhnlichen Erwärmung der Platten mittelst Kohlen bei weitem den Vorzug.

Achtes Kapitel.

Vom Heizen und Lüften der Krankenhäuser, Hospitäler, Gefängnisse u. s. w.

Hospitäler.

143. Es bedarf kaum einer Auseinandersetzung, daß in Hospitälern, wo es der Ausflüsse so viel und mancherlei giebt, die Lüftung viel sorgfältiger besorgt werden müsse, als irgendwo. Denn es ist beinahe schon halbe Genesung, wenn der Kranke nebst der übrigen Pflege, gesunde, reine und frische Luft immer genießen kann. Das Bestreben aber, frische Luft zuzuführen, soll nicht so weit gehen, irgend einen Zug zu bewerkstelligen; denn dieser würde den Kranken wieder schaden.

Es muß jedoch gleich in der ganzen Anlage vom Baumeister darauf gesehen werden, den Gebäuden ja keine winkliche und finstre Einrichtung zu geben; auch

sollte, wo es nur irgend möglich ist, die Anstalt an einem freien und der Luft zugänglichen Orte sich befinden. — Doch ich will kein ausführliches Werk über die Einrichtung der Hospitäler geben; ich habe mich nur auf Lüftung und Heizung solcher Häuser hier eingeschränkt.

Um einen schicklichen Grad von Wärme und Lüftung für ein Hospital zu erzeugen, wird es immer gut seyn, beide Operationen ganz von einander zu scheiden; sie müssen beide vollkommen den Wünschen des Aufsehers unterworfen seyn, und die Lüftung darf zu keinem Zuge Anlaß geben; damit sie gleich wirksam seyn könnte, die schweere verunreinigte Luft und die leichteren Gase, Dünste und Ausflüsse zu zerstreuen; daß die Lüftung reichlich sei, ohne viel Bewegung in der Luft hervorzubringen, und daß sie doch ein Mittel werden kann, wenn es nöthig ist, eine schnelle Luftveränderung hervorzubringen.

Jede Materie, welche Dünste aufnehmen kann, jeder Stoff, welcher in einer feuchten Atmosphäre dumpfig und riechend wird, muß so sparsam als möglich im Innern des Spitals angewandt werden. Die Wirkung solcher Substanzen, verderbliche Stoffe zu sammeln, ist unglaublich, und nachdem sie dergleichen in einiger Menge aufgenommen haben, ist Lüftung allein unzureichend, die eingesaugten Stoffe zu entfernen. Wir müssen oft entweder unsere Zuflucht dazu nehmen, diese Stoffe der vereinten Wirkung der Sonne und der Luft auszusetzen, oder sie mit Wasser zu waschen, oder sie mit einer flüchtigen Säure räuchern. (Vergl. Art. 74. und Note). So weit als meine eigenen Erfahrungen reichen, ziehen alle gemalten Oberflächen bald eine beträchtliche Quantität an; und vorzüglich wenn sie auf Metall aufgetragen sind. In der That Metall, wenn es nicht mit einer reinen polirten Oberfläche erhalten werden kann (welches unmöglich ist), ist nicht so gut, als das unebene Holz, weil sich die Luft an einer metallischen Oberfläche bei

jedem Temperaturwechsel verdichtet. Zu Bettstellen und andern Mobilien sollte man dichtes und geglättetes Holz nehmen; ihre Gestalt muß einfach seyn, so daß jeder Theil leicht gereinigt werden kann, und ihre Oberflächen müssen mit Oel gesättigt seyn, anstatt daß sie mit andern Farbekörpern überzogen werden. Es sollte nicht mehr Leinen=, Baum= oder Schaf=Wollen=Zeug da seyn, als Bequemlichkeit und Schicklichkeit es nothwendig machen; oder es sollten solche Sachen häufig gewechselt werden, und das Trocknen an einem offenen Orte geschehen, wo Luft und Sonne freien Zugang haben. Hier muß mehr auf jede Gefahr, eine Quelle der Unreinlichkeit zu öffnen, als auf einen kleinen Aufwand Rücksicht genommen werden. Denn der wirkliche Umstand der freien Absorption der Ausflüsse macht dergleichen Zeuge geschickt, den Platz zu reinigen, vorausgesetzt, daß sie öfters gewechselt, und sorgfältig bei jedem Wechsel gereinigt werden; das Nämliche gilt von jeder andern Möbel, welche leicht fortgeschafft werden kann. Ja, ein Ort scheint mir nicht überflüßig zu seyn, welcher luftig und hell wäre, wohin alle Bettstellen, welche nicht im Gebrauche sind, hingeschafft würden. Die Wände und die Decke der Säle und Gänge müssen gut gemauert und gezimmert seyn, so daß sie glatt und eben sind, auch nur mit Kalk, in heißem Wasser gelöscht, geweißt werden, und diesem nur etwa so viel Farbe zugesetzt, um den Glanz dieser Weiße zu vermindern. Wo die Wände sehr abgerieben werden, da kann der Kalk mit Bierhefen gemischt werden, aber an keinem andern Orte; Leimfarben sollte man gar nicht brauchen.

Bei Einrichtung der zur Lüftung nöthigen Theile, können die Ausgänge der Luftröhren gemauert werden, wenn sie groß genug sind, kleinere werden aus Thon oder Holz gemacht; während die Röhren, welche frische Luft zuleiten, mit Vortheil von Metall gefertigt werden. Gewalztes Zink oder verzinntes Eisenblech würde sich hierzu am besten eignen.

Wenn die Luft, welche einströmt, erwärmt werden soll, so wird der Proceß nicht vor sich gehen, wenn gewisse Winde herrschen, und wenn die Luft nicht auf der windfreien Seite eingelassen werden kann, oder durch einen hohen Luftzug, mit einer Oeffnung, welche so gebildet ist, daß der Wind die Luft hineinpressen kann, von welcher Seite er auch herkommt. Wenn alle diese Umstände nicht berücksichtigt sind, wird ein auch noch so gut eingerichteter Apparat bei gewissen Winden unwirksam seyn.

144. Diese vorläufigen Bemerkungen werden vielleichr hinreichen, ein Beispiel begreiflich zu machen; und wenn wir den Fall eines einzigen Viertels annehmen, so wird das Ganze eines großen Hospitales nur Wiederholung oder Vervielfältigung der nämlichen Berechnungen seyn, die nöthigen Abänderungen natürlich abgerechnet.

Ein Krankensal sei also 90 Fuß lang, 22 Fuß tief und 10 hoch, enthalte 38 Betten, oder 38 Menschen, Kranke und Aufwärter, und die Oberfläche von 15 Glasfenstern betrage 400 □ Fuß. Daher sind (nach Art. 68 und 73.) $(6 \times 38) + (11 \times 15) + (1{,}5 \times 400) = 993$ Cubikfuß Luft in jeder Minute zu erwärmen, oder in runder Zahl 1000 Fuß. Da hier nun auch des Nachts die Lüftung fortgehen muß, so muß auch immerfort geheizt werden. Die Temperatur kann manchmal des Nachts auf -14^0 fallen; und wenn in diesem Falle die Luft im Krankensale auf 8^0 zu erhalten ist, so wird (nach Artikel 44.) $\frac{1000 \times 22}{2{,}1\,(75-8)} = 156\frac{3}{8}$ Fuß Oberfläche der Dampfröhre nöthig seyn. Aber die Menge Luft, welche der nöthigen Lüftung wegen zugeführt werden soll, muß erst bis auf 3,5 oder 4^0 erwärmt werden, ehe sie in den Raum gelangt; in diesem Falle also sollte $38 \times 6 = 228$ Cubikfuß Luft diesen Grad Wärme in einem kleinen Luftzimmer erreichen, wie Art. 145. gezeigt

werden wird, welches $\frac{228 \times 18}{2,1(75-4)} = 27\frac{3}{4}$ Cubikf. Oberfläche der Dampfröhren nöthig macht; die Menge Dampfröhrenoberfläche also, welche im Krankensale noch erforderlich ist, $= 186\frac{3}{8} - 27\frac{3}{4} = 128$ □ Fuß. Bei der Anlage dieser Röhre würde ich es für das Beste halten, eine nicht eben starke Röhre auf jeder Seite des Sales, ungefähr 3 Zoll von der Wand entfernt, und 5 bis 6 Zoll hoch über den Fußboden hinzuführen. Dieß würde es nöthig machen, daß die Bettstellen nicht ganz an der Wand stehen dürften; aber dadurch würde auch ein freier Abfluß der Luft gestattet werden.

Die Röhren in einem Hospitale sollten so vertheilt werden, daß der Dampf in einer kleinen Röhre gerade vom Kocher bis zu dem höchsten Puncte aufsteigen könnte; eine geringe Neigung, welche die Röhren von diesem Puncte aus erhalten, bis sie durch eine enge Röhre sich wieder im Kocher endigen, würde das verdichtete Wasser dahin zurückführen. (Ueber die Proportionen dieser Röhren findet man Art. 127 und 130. Angaben).

Die Gänge werden fast bis zur nämlichen Temperatur erwärmt, als die Säle; und der beste Plan zur Lüftung derselben scheint der zu seyn, daß warme Luft bei so einer Temperatur eingeführt werde, welche mit hilft, die kältere Luft durch die Wasserbehälter auszutreiben, wie Art. 79. beschrieben worden ist. Jede andere Weise zu lüften, wird ein Bestreben haben, immer mit der viel wichtigern Lüftung der Säle in Collision zu kommen. Denn die höhere Säule von verdünnter Luft in den Treppensälen würde die Lüftung der Säle überbieten; der Zug von Dünsten, unreiner Luft u. s. w. würde bei seinem langsamen Aufsteigen in diesen weiten Räumen, zur Dichtigkeit der Atmosphäre abgekühlt werden, und diese bliebe, wie es so häufig geschieht, mit einer schweren Masse von Unreinigkeiten verunreinigt.

Um dem hier vorgeschlagenen Systeme Wirkung zu geben, müssen die Thüren der Säle so niedrig als möglich seyn; auch sollten keine Abtritte mit den offenen Gängen in Verbindung stehen, deren Luft dadurch verunreinigt würde — sie können mit gleicher Bequemlichkeit an etwas abgelegenen Orten angelegt werden, sie müssen niedrige Thüren haben, und ihre eigene Lüftung.

Die Größe des Ventilators in den Sälen muß nach der Sommerlüftung regulirt werden. Es sei die Höhe vom Boden des Sales bis zum Ende der Luftröhre 25 Fuß. In einer Note zu Art. 138. ist gezeigt worden, daß jedes Individuum $2\frac{1}{2}$ Cubikfuß frische Luft in der Minute braucht, wenn man verhindern will, daß die Temperatur von 17° zu 19° steige, aber in diesem Falle hat man nur für einen Temperaturunterschied von nicht ganz Einem Grade gesorgt; ist aber die äußere Temperatur im Schatten etwa $17\frac{1}{2}$°, so werden 4 Cubikf. Luft in der Min. für jedes Individuum entweichen müssen; also (nach Art. 64. Note) $\frac{38 \times 4}{23{,}6\sqrt{25}} = 1{,}3$ □ Fuß muß der Durchschnitt aller Luftzüge des Sales für den Sommer betragen. (Vergl. Art. 75 — 79.)

Häuser von gleicher Temperatur.

(Houses of Fqual Temperature.)

145. Die zahlreichen und unglücklichen Fälle von Auszehrung in unsern Climaten, und auch so manche andre Lungenkrankheiten haben die Aufmerksamkeit der Aerzte auf die Mittel gelenkt, durch welche sie für ihren Patienten die Vortheile zu verschaffen vermöchten, welche man dem Aufenthalte derselben in einem wärmern Clima gerühmt hat; und wenn auch keine andre Wohlthat aus einer Einrichtung dieser Art entstehen sollte, als sie nicht aus den Armen ihrer Freunde sich reißen zu lassen, um in einem

fremden Lande als ein Opfer dieser Krankheit dahinzusterben: denn eine solche Ortsveränderung wird selten eher vorgenommen, als bis kein Schatten von Hoffnung mehr übrig bleibt. Wenn daher eine Einrichtung getroffen werden könnte, durch welche die Wirkung eines milderen Clima's in den ersten Stadien der Krankheit einträte, ohne daß entweder der Aufwand, oder sonstige mit einer Reise in ein fremdes Land verbundene Unbequemlichkeiten folgten, so würde dieß sicher viel besser für die Patienten seyn, als das jetzige System. Aber noch besser als diese Einrichtung würde es seyn, leichte Mittel in der Hand zu haben, ein gemeinschaftliches Wohnhaus in den Stand zu setzen, alle wesentliche Bedingungen zu erfüllen, welche ein Ort dieser Art erfordert *). Aber eine große Anzahl Personen, welche alle an der nämlichen Krankheit leiden, ist zu oft nachtheilig; und für jeden einzelnen Kranken ein besonderes Zimmer einzurichten, wäre mit zu viel Kosten verbunden, als daß es in der Ausführung Glück machen könnte.

Der erste Gegenstand wäre den Raum so luftdicht als möglich zu machen, welches durch Streifen von Wollenzeug und Papier über alle Oeffnungen zu bewerkstelligen wäre; und ferner um ein plötzliches Einströmen von kalter Luft zu verhüten, muß eine Doppelthüre angebracht werden, wie es eben am bequemsten ist; auch kann die zweite Thür so klein gemacht werden, als es nur angeht. Die Fenster werden entweder mit Schalusien versehen, oder mit Doppelfenstern.

Der nächste Gegenstand wäre, so viel warme Luft zuzulassen, als die Lüftung erfordert, und die verbrauchte Luft durch die Decke entweichen zu lassen. Die zuzuführende Luft muß 2 oder 3° kälter seyn, als die Temperatur, bei welcher das Zimmer zu erhalten ist. Die Quantität der für die Lüftung zu erwärmenden

*) Der erste Versuch dieser Art wurde von Georg Pearson gemacht; Vergl. darüber the Philosophical Magazine Vol. XXXI. XXXIV. und XXXV.

Luft, wollen wir 12 Fuß in der Minute für einen Raum seyn lassen; und wenn die Temperatur des Zimmers 15° seyn soll, so muß die einzuführende Luft 13 oder 12° warm seyn. Dieß kann sehr leicht bewerkstelligt werden vermittelst eines Kochers, welcher über einem Küchenfeuer zu erhitzen ist, oder vermittelst eines kleinen tragbaren Kessels, wie sie zu Dampfbädern gebräuchlich sind; Röhren von Weißblech nehmen den Dampf auf, und diese sind so gestellt, daß das verdichtete Wasser zum Kocher zurückkehren kann. Die zu erwärmende Luft wird bei A (Fig. 34. Taf. X.) aus der äußern Atmosphäre eingeführt, geht bei B durch die durch die Mauer gelegte Röhre, und rund um die Dampfröhren C, C, durch die Büchse D; die erwärmte Luft strömt durch die Röhre E in das Zimmer aus. Um Wärmeverlust zu verhüten, schließt das Ganze ein hölzerner Kasten F ein.

Eine Röhre von den nämlichen Durchschnitten, wie die Röhre AE, ist erforderlich, um die Luft an der Decke entweichen zu lassen, und der Durchschnitt von diesen beiden Röhren muß so groß seyn, daß die gehörige Lüftung erzeugt wird, wenn nicht mehr als 5 Grad Unterschied zwischen der Temperatur der äußern und Zimmerluft stattfindet. Man nehme daher den Verticalabstand zwischen der Luftkammer und der Oeffnung, wo die Luft entweicht, zu 16 Fuß an; nach Art. 64. ist $\frac{12}{43\sqrt{16}} = \frac{3}{43}$ Fuß für den Durchschnitt der Röhre nöthig, oder $\frac{144 \times 3}{43} = 10$ □ Zoll, oder ohngefähr $3\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser. Sie wird mit einem Register versehen, um die Lüftung reguliren zu können.

Die Quantität der Dampfröhre, um die Luftkammer bis auf 12° zu erwärmen, wenn die äußere Luft 0° Wärme hat, und die Damfröhre von Gußeisen ist, $= \frac{12 \times 12}{2,1(75-12)} = 1,1$ □ Fuß; wenn die Dampfröhre von verzinntem Eisenblech ist, so muß die Oberfläche

derselben (Art. 42, Note) über $1\frac{1}{2}$ Fuß betragen; die Röhren C,C müssen daher 4 Zoll im Durchmesser haben, und 1 Fuß lang seyn: der Dampf steigt durch eine enge Röhre vom Kocher in die obere der beiden Röhren, aus dieser in die niedere, und kehrt als verdichtetes Wasser wieder durch eine enge Röhre in den Kocher zurück.

Ohngefähr 4 Fuß Oberfläche einer gußeisernen Röhre oder eines ebensolchen Behälters, oder 6 Fuß Oberfläche von verzinntem Eisenblech werden die nöthige Wärme für den Raum, der bei 14° oder 15° zu erhalten ist, geben können. Wenn daher die Art von Gefäß bestimmt ist, welches diese Quantität Oberfläche abgiebt, so wird es nahe am Boden angebracht, so daß es durch eine kurze Röhre von gewöhnlichem Kupfer oder Eisenblech vom Dampfkessel her mit Dampf versehen werden kann. Das condensirte Wasser kann durch dieselbe Röhre in den Kocher zurückkehren. Durch einen Hahn in dieser Röhre kann der Zufluß von Dampf leicht von einer Person im Zimmer regulirt werden.

Ein Kocher, etwa 3 Gallonen (24 Pfund) Wasser enthaltend, und mit eben so viel Raum für den Dampf, wird vollkommen hinreichend für diesen Zweck seyn.

Diese Verhältnisse sind für Ein Zimmer hinreichend, aber man wird gewöhnlich zwei nöthig haben; die Wirkung kann dann hervorgebracht werden, wenn man die hier gegebenen Verhältnisse verdoppelt, oder sie nach dem Zimmer gehörig abändert.

Gefängnisse u. dergl.

146. An Orten, wo Verbrecher u. dergl. aufgehoben werden, ist ein Haupterforderniß, für gute Lüftung zu sorgen; denn welche Strafe auch denen zuerkannt werden mag, welche die Gesetze ihres Landes verletzt haben, vor Krankheit sind sie doch immer zu beschützen.

„Das Heizen der Räume," sagt Howard (in seiner Schrift über die europäischen Lazarethe p. 202) „ist auf jede Weise für die Gesunden unnöthig, aber bei kranken Gefangenen muß man dafür sorgen;" die Krankenstuben eines Gefängnisses brauchen also nur mit den Mitteln, Wärme zu geben versehen werden.

Bei der Lüftung der Gefängnisse sind die nämlichen Grundsätze, wie anderwärts zu befolgen, so daß auch durch Winde keine Unterbrechung eintreten kann. (S. Art. 142.) Da also dieselben Grundsätze, nur auf ein anderes Local übertragen zu werden brauchen, so gehe ich hier nicht weiter in das Einzelne ein.

Anhang.

Ein Brief von Dr. Georg Pearson an den Verfasser der Schrift: the Houses of Equal Temperature *).

Mein Herr! Ihr Plan, eine gleiche, warme Temperatur zugleich mit einer wirksamen Lüftung hervorzubringen, der nicht allein in großen öffentlichen Gebäuden, sondern auch in kleinen und gewöhnlichen Wohnhäusern anwendbar ist, hat mich sehr befriedigt. Die Vernachlässigung nützlicher Einrichtungen von Seiten des Publicums wäre in einem solchen Grade in Ländern, welchen das Licht der Wissenschaften leuchtet, beynahe nicht glaublich, wenn die Geschichte der vorigen Zeiten, wenn unsere eigene Erfahrung uns nicht ähnliche Vernachlässigungen kostbarer Entdeckungen vorführten. Ein Beispiel mag genug seyn, diese

*) Ich hätte recht gut in der Uebersetzung diesen Anhang weglassen, oder nur die Hauptsache daraus anführen können; aber er enthält so viel wohl zu beherzigendes für die Deutschen, daß ich mich von dieser Seite durchaus nicht entschließen konnte, ihn wegzulassen oder nur zu reduciren. Möchten des Engländers Worte hie und da auf einen fragbaren Boden fallen.
Der Uebers.

Bemerkung zu rechtfertigen, nämlich die Vernachlässigung der Anwendung der Kraft des Dampfes, welche nebst andern Erfindungen vor anderthalb Jahrhunderten der Marquis von Worcester in einem kleinen Buche: „Ein Hundert Erfindungen" gezeigt hat. Beinahe 100 Jahr gebrauchte man dieses mächtige Agens fast nur um Maschinen bei Bergwerken in Bewegung zu setzen; und ob man gleich viel davon sprach, so ist es doch nur 30 oder 40 Jahre her, daß man auch zu andern Zwecken Anwendung davon gemacht hat, und mit vorzüglich bewundernswürdigen Erfolg in der Schifffahrt. Ganz dieß ist auch der Fall mit den Methoden, welche man zur Heizung der Häuser vorgeschlagen hat. Die Grundsätze für diese Sache sind nun so manchen Personen bekannt: sie sind völlig entwickelt und bekannt, aber nur zum Theil während der letzten 20 oder 30 Jahre in Ausübung gebracht worden. Die Einbuße an Bequemlichkeit, und wahrlich! auch an Gesundheit und Leben, welche aus der eben besprochenen Nachlässigkeit entspringt, ist nicht zu berechnen! Aber wie einer meiner Freunde sagt: „Hans Hagel ist ein faules Thier." Ich habe nun seit 30 Jahren in meinen öffentlichen Vorlesungen niemals unterlassen zu versuchen, das Publicum für Errichtung von Gebäuden mit gleicher Temperatur zu stimmen, und habe dieß auch an öffentlichen Oertern, wo es die Gelegenheit gab, gethan, habe überdieß diese Methode zu heizen, in meinem Hause eingeführt, um die Vortheile davon den Unwissenderen, vor die Augen zu legen. Unter andern habe ich sie zur Kenntniß des Publicums gebracht, in dem Philosophical Magazine of Tilloch, Vol. XXXI. 1808. Vol. XXXIV. 1809. Vol. XXXV. 1810. Ihre Pläne für Privathäuser wird wahrscheinlich und hoffentlich zu Verbesserungen in ihrem Baue Gelegenheit geben: aber ein großes Institut zum Wohle von kranken Menschen, die Errichtung eines Hauses mit gleicher Temperatur, das ist jetzt ein Gegenstand, wodurch sich Menschen-

freunde Dank erwerben könnten, und welcher höchst wahrscheinlich sich den Eigenthümern sehr gut verinteressiren würde. In so einer Fabrik, wie sie hier vorgeschlagen wird, könnten verschiedene Plätze für Spaziergänge, Gewächshäuser, Bäder und andere dergleichen Anlagen angebracht werden. Wie viele Tausende von Menschen von allen Ständen leben jetzt zu Einer Zeit in den vereinigten Königreichen England in einem Zustande von schlechter Gesundheit, welche zwar nicht heilbar, aber durch warme und frische Luft, von einer angenehmen Temperatur erträglich gemacht werden kann? Solche Verhältnisse der Atmosphäre sind in keinem Clima, ausgenommen vielleicht für kurze Zeit zu erhalten. Die mehr gemäßigten Climaten bieten die erforderlichen Temperaturen nur während mancher Jahreszeiten dar; und die tropischen Gegenden sind wegen ihrer außerordentlichen Hitze und den mannichfaltigen Ursachen zu Krankheiten kaum vorzuziehen, ausgenommen einige seltene Fälle in manchen Theilen unserer eigenen Insel. So ein Institut, wie ich hier vorgeschlagen habe, würde freilich große Capitalien erfordern. Aber wie kann ein Capital besser angelegt werden, als für das Wohl der Menschheit? *) — —

Neuntes Kapitel.

Vom Heizen der Gewächs- und Treibhäuser.

147. Die Pflanzen, welche in unsern Gegenden künstliche Wärme erfordern, werden entweder in Gewächs- oder Treibhäusern gezogen (Greenhouse and

*) Das Uebrige dieses Briefes will ich weglassen; es ist für das stolze, geldreiche England geschrieben, und mag da vielleicht so manchen schönen Willen erweckt haben; in dem armen Deutschland würden solche Worte das nicht einmal thun; man würde eher über die Phantasien des Briefstellers lächeln.

stove plants). Auch wendet man manchmal künstliche Wärme an, um frühzeitige Früchte zu erhalten, oder Früchte wärmerer Gegenden. Um diese Wirkung hervorzubringen, ist es nicht nur nöthig, die gehörigen Gebäude aufzuführen, sondern auch mit den möglichst geringsten Kosten die nöthige Wärme zu verschaffen.

148. Ich kann hier nicht allgemein ein System, die Pflanzen zu pflegen, aufstellen wollen; aber die Hauptsache muß ich anführen, weil man andrerseits nur eine unvollkommene Kenntniß von dem Bedürfniß von Wärme in den verschiedenen Gewächshäusern erlangen würde.

Die Temperatur, welche den Gewächsen im wilden Zustande am zuträglichsten ist, muß natürlich auch durch die Kunst hervorgebracht werden; aber die Temperatur, wie es gebräuchlich ist, immer gleichförmig zu erhalten, ist nicht die rechte Art, die Pflanzen zu behandeln; man kann sie nicht beständig der reizenden Kraft der Wärme aussetzen, ohne ihnen Schaden zu thun — wie man an den in der Stube gezogenen Pflanzen beobachten kann.

Es ist von den Physiologen dargethan worden, daß die Blätter der Pflanzen nicht die nämlichen Functionen im Licht und im Schatten verrichten, und daß eine Steigerung der Temperatur eine merkbare Wirkung, auf ihre Athmungswerkzeuge ausüben. Kühlt sich des Nachts die Luft ab, so setzt sich eine Portion Dampf auf die Pflanzen ab; und wenn sie in der Wärme gehalten werden, so werden sie ausgedörrt. Und da die Blätter des Nachts Sauerstoff und Feuchtigkeit absorbiren, und einen Theil dieses Sauerstoffs am Tage wieder abgeben, wenn sie den Sonnenstralen ausgesetzt werden, so können wir annehmen, daß beide erregende Ursachen der Thätigkeit der Tagesfunctionen, d. i. Licht und Wärme, in der Nacht weniger wirksam seyn sollen. Indem wir nun den natürlichen Wechsel von Tag und Nacht, und von

den Jahreszeiten nachahmen, sollten wir nicht auf diese Art am besten für das Gedeihen der Pflanzen sorgen?

149. Es giebt noch andere Umstände, außer den geographischen Lagen, welche eine Temperaturvariation an verschiedenen Orten verursachen: die wichtigsten sind die Höhe über der Fläche des Meeres, der Zustand des Bodens, die Entfernung von der Küste, die An- oder Abwesenheit von Bergen, und herrschende Winde. Auch muß bemerkt werden, daß das Clima von Inseln von dem des festen Landes abweicht. Die Untersuchungen Humboldt's über die Vertheilung der Wärme über die Oberfläche der Erdkugel sind die ausgedehntesten, und geben die besten Angaben über die mittlere Temperatur der Climaten.

Obgleich jede Pflanze ihr bestimmtes Clima hat, was ihr am besten zusagt, so kann doch ein Gewächshaus eine große Verschiedenheit von Pflanzen aufnehmen. Aber wo sie zu einer gewissen Vollkommenheit kommen sollen, da sind wenigstens zwei Häuser nöthig, eines für solche, welche feuchte Wärme brauchen, und ein anderes für solche, welche trockne Wärme lieben. Ja größere und vollständigere Sammlungen werden vielleicht noch mehr Gewächshäuser erfordern.

Für ein Gewächshaus ist es nun nöthig, die mittlere Mittags- und Nacht-Temperatur in den kältesten Monaten zu kennen, welche einer Sammlung von Pfllanzen zuträglich ist; ferner die mittlere Hitze am Tage und bei Nacht in den heißesten Monaten, um darnach die Temperatur im Winter und Sommer reguliren zu können. Die mittlere Temperatur des ganzen Jahres kommt dabei wenig in Betracht, weil es unsere Absicht seyn muß, uns mehr von den Grenzen des Temperaturwechsels zu unterrichten, welche den Pflanzen wohlbekommt.

150. Die Größe des täglichen Wechsels und des Wechsels der Jahreszeiten scheint für die Pflanzen von größerer Wichtigkeit zu seyn, und diese kann sehr

groß seyn, während die mittlere Temperatur die nämliche bleibt; aber dieß ist weniger beobachtet und studirt worden, als daß man auf eine Vermuthung der Wirkung auf Pflanzen hätte geleitet werden können.

In den tropischen Ländern bei 10,5° N. B. ist die mittlere Wärme der wärmsten Monate 23°, die der kältesten Monate 21°; die äußerste Hitze ist etwa 35°, die äußerste Kälte 15° und die mittlere Temperatur des ganzen Jahres 22°.

Ein Haus für Gewächse der heißeren Gegenden der gemäßigten Zone, kann nach der Temperatur der Breite von 42° regulirt werden, wo die mittlere Wärme der wärmsten Monate 20° ist, die mittlere Wärme der kältesten Monate 45°; die größte Hitze 30°, die größte Kälte 2°, die mittlere Temperatur des ganzen Jahres 12,5°, und die mittlere Temperatur von 9 Monaten 8,5°.

Am Cap der guten Hoffnung sind folgende Beobachtungen gemacht worden:

	von Colebrooke *)	von Graf Reynet
Mittlere Temperatur des ganzen Jahres	15,5°	13,5°
Die äußersten Puncte	28,5 u. 5,5°;	30 u. 0,8°
Mittlere Temperatur der kältesten Monate	11°	9,5° **)
Desgl. der wärmsten Monate	21°	17,5° ***).

Nun ist der Winter die Zeit, wo am meisten Wärme nöthig ist, und also müssen die Röhren so angeordnet werden, daß sie in dieser Jahreszeit die nöthige Wärme geben; zu andern Zeiten muß die erforderliche Temperatur durch das Reguliren der Lüftung erhalten werden. Wo aber ein Gewächshaus angelegt werden soll, da muß man den äußersten Kältegrad aus einer Beobachtung von einigen Jahren

---

*) Colebrooke's Thermometer hing im Zimmer.

**) Mittlere tägliche Abweichung 10°.

***) Mittlere tägliche Abweichung 9°.

kennen. Er fällt in unsern Gegenden auf 16° bis 20° unter 0°; und wir müssen auf diesen Punct gefaßt seyn, wenn er auch nur selten eintritt, oder nur kurze Zeit dauert.

Ueber das Heizen von Gewächshäusern für Pflanzen der heißen Zone.

151. Es wird nicht so leicht seyn, die Wärme in einem feuchten Hause zu erhalten, als in einem trocknen, und der Unterschied wird sich fast wie die Feuchtigkeit der Luft verhalten. Für beide Fälle kann aber Eine Rechnung dienen, indem wir nur noch ein paar Grade zugeben, wo feuchte Wärme erfordert wird.

Die Form und die Art und Weise Gewächshäuser zu bauen, ist verschieden; und die Quantität Wärme ist nach ihrer Bauart so verschieden, daß ein paar Bemerkungen darüber vielleicht nicht am unrechten Orte hier angebracht seyn möchten. Am sparsamsten ist es, wenn der Boden gut ausgetrocknet werden kann, den Grund des Hauses einige Fuß tief zu legen, und die Mauern hohl zu machen. (Siehe Taf. IV.). Nach Bestimmung der nöthigen Höhe für die zu ziehenden und zu pflegenden Pflanzen, giebt man dem Dache ohngefähr 34° Neigung — d. i. eine Neigung von zwei Senkrechten zu drei Wagerechten; die ganze übrige Höhe wird auf der vordern Seite aus Glasfenstern gemacht.

Wo die Seiten- und Dachfenster aneinanderstoßen, wie bei b im Durchschnitte (Taf. IV. Fig. 13.), da sollten so wenig als möglich schattende Gegenstände sich befinden. Und weil Balken von Holz dick gemacht werden müssen, um sie stark und haltbar zu machen, so nehmen sie viel Licht weg, wenn die Sonnenstralen nicht parallel mit den Seiten des Balkens einfallen. Deswegen ziehe ich eiserne weit vor: diese können halb so dick gemacht werden; eine größere Breite schadet nicht viel, weil sie den Eintritt des Lichts nur um Mittag schneidet, wenn die Sonne oft

so stark wirkt, daß theilweiser Schatten nöthig wird, um die Pflanzen vor dem Verwelken zu schützen: denn die Wirkung der Sonne ist in einem beschränkten Raume immer am größten.

Bei Einrichtung eines Gewächshauses ist es ein Vortheil das Haus nicht hoch zu bauen, damit es einem Wärmeverlust nur wenig ausgesetzt sei; aber durch das aufrechte Glas dringen am allervortheilhaftesten die geraden Sonnenstralen ein, wenn die Sonne nicht hoch über dem Horizonte steht*), während ihre Stralen um Mittag im Mai fast gerade auf das schiefe Dach (von 34°) auffallen**). Alles aufrecht

---

*) Bosc bemerkt mit Recht, daß des Morgens der Einfluß des Lichtes auf die Pflanzen am mächtigsten sei; und er zieht daher eine Lage nach Südost allen andern vor, weil in derselben die Häuser die Wärme des ganzen Tages aufnehmen können, und den Westwinden weniger ausgesetzt seien. Auch Miller ist dafür, daß die Verbindung der Dach- und Seitenfenster besser sei als die einen allein.

**) Die Methode, um die Neigung eines Daches zu bestimmen, wenn es die Sonnenstralen um Mittag senkrecht aufnehmen soll, an jedem Orte, und für jede Zeit des Jahres, wird vielleicht Einigen meiner Leser erwünscht seyn. Wenn die Abweichung der Sonne für die bestimmte Zeit aus dem Kalender genommen wird, und von der Breite des Ortes, wenn die Abweichung der Sonne nördlich ist, subtrahirt, oder zu der Breite addirt wird, wenn die Abweichung südlich ist, so ist das Resultat der Winkel, welchen das Dach mit dem Horizont machen soll, in Graden. Z. B. die Breite von London ist 51° 31′ und den 6 Mai 1824 war die nördliche Abweichung der Sonne 16° 36′; Also ist 51° 31′ — 16° 36′ = 34° 55′ die Neigung des Daches.

Der Beweis dieser Regel beruht auf Folgendem. Man lasse C den Mittelpunct der Erde seyn (Fig. 35. Taf. X.); B den Ort auf der Oberfläche derselben; Ba die vordere Seite des Gewächshauses; SC die Richtung der Sonnenstralen um Mittag zur bestimmten Zeit; EC der Aequator; ES die Abweichung der Sonne. Damit nun die Sonnenstralen senkrecht auf die Glasfläche Sb fallen können, muß dieselbe senkrecht auf SC stehen, oder umgekehrt; und in diesem Falle ist der Winkel SCB = dem Winkel bad; also $\angle ECB + \angle ECS = \angle bad$, wenn ad der Horizont ist.

stehende Glas wird in beweglichen Stöcken eingesetzt, oder fest eingefalzt, um im Winter den Zufluß von Luft zu vermindern, da die Luft, welche durch die Fugen der Fenster im Dache einströmt, für die Pflanzen vollauf hinlänglich ist. Um das plötzliche Einströmen kalter Luft zu verhüten, ist es gut ein Vorhaus anzubauen.

Wenn noch Lüftung nöthig ist, sind Oeffnungen an den höchsten Stellen am allerwirksamsten, um die erwärmte Luft fortzuführen; und die Oeffnungen für den Zutritt der kalten Luft müssen auf der Schattenseite des Hauses angebracht werden; d. h. in der soliden hintern Wand, oder auf den Seiten, wo es am bequemsten ist. Diese Art, die kalte Luft von der Schattenseite einzuführen, hat sehr viel Vortheile, indem man die Quantität der Wärme in heißen Tagen, oder wenn die Sonne zu mächtig wirkt, dadurch zu reguliren im Stande ist.

152. Um die Oberfläche der Röhre, den Umfang des Kochers, die Menge des Feuermaterials und die Stärke der Lüftung für ein Gewächshaus dieser Art zu berechnen, wird es am besten seyn zu zeigen, wie man in dergleichen Fällen verfährt. Man nehme die Länge des Hauses zu 30 Fuß an, die Tiefe zu 12 Fuß, die Höhe des aufrechten Glases a b auf der Vorderseite zu 4 Fuß, und die Verticalhöhe des schiefliegenden Glases des Daches 8 Fuß, und die ganze Verticalhöhe zu 15 Fuß; die Länge der Balken des Daches ist 14 Fuß. Vergl. den Durchschnitt Taf. IV.

Die Oberfläche des Glases wird bei diesem Hause 720 □ Fuß seyn; nämlich 540 Fuß auf der vordern Seite und auf dem Dache, und 180 Fuß auf der Seite. Nun ist (Art. 71.) gezeigt worden, daß in einem Gewächshause die halbe senkrechte Höhe in Fuß, multiplicirt mit der Länge in Fuß, addirt zur Fläche des Glases $1\frac{1}{2}$ genommen, der Menge Luft in Cubikfuß gleich seyn wird, welche in einer Minute zu

erwärmen ist, wenn die Thüren nicht unmittelbar nach außen gehen; also $(7{,}5 \times 30) + (1\frac{1}{2} \times 720) = 1305$. Aber in einem Hause mit hölzernen Balken wird ungefähr $\frac{1}{10}$ dieses Raumes von Holzwerk eingenommen, welches ein schlechter Wärmeleiter ist, und keine bemerkbare Menge Wärme entweichen läßt; also können $\frac{1305}{10} = 130{,}5$ Fuß abgezogen werden: welches die in der Minute zu erwärmende Luft giebt $1305 - 130{,}5 = 1174{,}5$ Cubikfuß.

Die Oberfläche der Röhre, welche diese Menge Luft erwärmen kann, wenn die äußere Luft bis auf -15^0 herabsinkt, kann leicht nach der Regel Art. 44. berechnet werden; die niedrigste Temperatur im Hause sei 8^0, auf die Winde rechne man 4^0; so werden also bei 12^0 für ein solches Gewächshaus (Art. 149.) $\frac{27 \times 1175}{2{,}1(75-12)} = 240$ □ Fuß Oberfläche Dampfröhre hinreichend seyn. Und weil die Länge des Hauses 30 Fuß ist, so werden 5 Röhren von 5 Zoll Durchmesser etwa die nöthige Menge darbieten. (Siehe die vierte Tabelle.)

Diese Röhren können so vertheilt werden, drei der Vorderseite entlang und zwei an der Hinterseite. (Siehe Taf. IV.) Es ist gewöhnlich, sie alle auf der Vorderseite anzubringen; aber einen Theil an der Hinterseite anzubringen wird man für nützlich befinden, weil die Luft im Hause regelmäßiger erneuet, und die Pflanzen auf der Rückseite besser treiben werden. Es werden in die Röhren Klappen angebracht, um Dampf in das Gewächshaus herauszulassen, wie auf der nämlichen Tafel, Fig. 14., beschrieben ist.

Oder das Beet in der Mitte kann mit flachen Steinen (flag paving), durch römischen Kitt (Roman cement) mit einander verbunden, gepflastert und so ein verschlossenes Closet gebildet werden, in welches der Dampf eingelassen wird; einige Oeffnungen sind nöthig, um das Medium, in welches die Kübel und Scherbel eingesetzt sind, mit Dampf zu versehen;

anderseits würde die trockne Wärme des Bodens den Wurzeln der Pflanzen schaden. Nur wo dergleichen flache Steine leicht zu haben sind, da wird dieser Plan vortheilhaft seyn, weil weniger Röhren nöthig werden.

153. Der Raum für den Dampf im Kessel findet sich leicht, wenn man die Länge der Röhre in Fuß durch die Quantität Dampf in Fuß, welche die Röhre fassen kann, multiplicirt: dieses letztere ersieht man aus einer Tabelle am Ende dieses Werkes (Tabelle IV.). In diesem Falle ist die Länge der Röhre 150 Fuß, der Durchmesser 5 Zoll; also wird sie enthalten 0,1363 $\times$ 150 = 20,5 Cubikf. Dampf. Man braucht daher in diesem Falle, um auch die kleinern Nebenröhren u. a. m. zu füllen, einen Raum von ohngefähr 25 Cubikfuß im Kocher; und da gezeigt worden ist, daß 182 Fuß Dampfröhre den Dampf eines Cubikfußes Wasser in 1 Stunde verdichtet (Art. 46.), also $\frac{236}{182} = 1,3$; so sollten wir einen Kocher haben, welcher 1,5 Cubikfuß Wasser in der Stunde zu verdunsten im Stande ist, um auch den Wärmeverlust des Kochers zu ersetzen. (S. Kap. V.) Im äußersten Falle, wo das Thermometer auf $15^0 - 0^0$ fällt, ist der Aufwand von Kohlen in der Stunde $12\frac{3}{4}$ Pf.; denn $8\frac{1}{2}$ Pfund Kohle wird einen Cubikfuß Wasser in Dampf verwandeln. (Art 23.) In weniger strengem Wetter ist es gut, das condensirte Wasser sich in den Röhren sammeln zu lassen, während der ganzen Zeit, wo Dampf einströmt; diese zu 8 Stunden angenommen, so füllen sich, nachdem das Feuer ausgeht, die Röhren mit beinahe kochendheißem Wasser, welches das Haus die übrige Zeit warm erhalten wird *). (Vergl. Art. 117.)

---

*) Manchem, welcher Vergnügen an einem Gewächshause findet, wird vielleicht, M. Geo. Loddige's sinnreiche und leichte Methode, die Pflanzen zu bewässern, wenn nicht nützlich, doch ergötzlich seyn. Eine bleierne Röhre von ohngefähr $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser ist horizontal im obern Theile des Hauses über die Pflanzen hinweggeführt. Diese Röhre ist überall mit Löchern, so fein

154. Die Quantität der Lüftung für dieses Gewächshaus findet man durch die Regel, welche Art. 72. gegeben worden ist. Die Länge der Querbalken ist 14 Fuß, die Höhe der Fenster der Vorderseite 4 Fuß, im Ganzen eine Fläche von 18 □ Fuß ausmachend; die Höhe von der Flur bis zum Ausgang des obern Luftzuges ist 16 Fuß; also $\frac{30 \times 18}{6\sqrt{16}} = 22\frac{1}{2}$ Fuß. Dieß ist die Durchschnittsfläche des Luftabzuges für das ganze Haus, und kann, wie es die Umstände am besten erlauben, vertheilt werden. Sehr hohe Häuser brauchen weniger Lüftung im Verhältniß zu ihrer Größe, als kleinere.

Eine Methode, frische Luft zuzuführen mit dem Vortheile eines hinlänglichen Luftzuges bei sehr geringer Aufmerksamkeit, ist, die Luftzüge, L,L, unter der Flur (Taf. IV.), mit offenem Gitterwerke zu haben, welche die Luft in das Haus einführen; mit Registern, ähnlich dem Dämpfer in der Esse, versehen, welche vollkommen verschlossen werden können, wenn keine frische Luft nöthig ist. Auf diese Weise brauchen nur ein oder zwei Register aufgemacht zu werden, anstatt 11 oder 12; in kaltem Wetter werden natürlich weniger Oeffnungen aufgemacht; die einströmende Luft ist kühler und regulirt kräftiger die Temperatur — während, wenn man die Gitter näher aneinander rückt, in Verhältniß zur Entfernung von den Registern, die Luft gleichförmig über das ganze Haus zur nämlichen Zeit eingeführt wird. In dem Durchschnitte (Fig. 13. Taf. IV.) ist angenommen, daß der Umstände halber

---

wie Nähnadelspitzen, und zwei Zoll von einander entfernt, durchbohrt; aber in einer größern Entfernung von der Cisterne, aus welcher das Wasser zuströmt, stehen die Löcher auch näher.

Die Cisterne ist an dem höchsten Ort der Röhre angebracht, und sobald von derselben ein Hahn geöffnet wird, strömt das Wasser in die Röhre, und durch die Löcher werden die Pflanzen in Form eines feinen Regens begossen.

die Luft nicht gerade durch die Hinterwand eingeführt werden kann.

Die Luftzüge können von solchen Dimensionen gemacht werden, daß nur die halbe Menge Luft, welche (Art. 153.) in sehr heißem Wetter zugelassen werden sollte, einströmt, und das Uebrige kann von den Seiten her zutreten.

Die obern Luftzüge f können auf verschiedene Weise angebracht werden: in dem Durchschnitte habe ich die Manier angegeben, der ich den Vorzug gebe. Die Klappe des Ventilators öffnet oder schließt man durch einen Stab mit einem Haken an seinem Ende; sie wird offen bleiben oder sich schließen durch ihr eigenes Gewicht. Wenn man die Höhe des obersten Luftzuges vermehrt, so wird man die Wirkung der Lüftung erhöhen, und auch die kühlende Wirkung der Nordwinde im Winter etwas herabsetzen.

Blumenhäuser.

(Green-house).

135. Der Gebrauch derselben ist (in England) sehr ausgebreitet; sie sind oft in einem großen Style gebaut, weil sie unmittelbar mit dem Wohnhause zusammenhängen. Wird hier Orangerie zugleich mit aufbewahrt, so ist ein Glasdach nöthig, und ein etwas höherer Grad von Wärme. Ich will aber beide Fälle getrennt betrachten.

156. Man nehme an, das Haus sey 40 Fuß lang, und 13 breit, habe 7 Fenster auf der Vorderseite, jedes 12 Fuß 6 Zoll zu 5 Fuß; so ist die Fläche der Fenster zusammengenommen 437 Fuß 6 Zoll; wir können ferner annehmen, daß die Quantität Luft, die durch jedes Fenster einströmt, 11 Fuß die Minute betrage; also (nach Art. 70.) macht die ganze Quantität der in einer Minute abgekühlten Luft $(7 \times 11) + (1{,}5 \times 437{,}5) = 734$ Cubikfuß.

Das Haus soll auf 4^0 erhalten werden, wenn die

äußere Luft 15° — 0° kalt ist; denn in der kältesten Jahreszeit wird sie nicht über 0° steigen; also sind (nach Art. 44.) $\frac{19 \times 734}{2,1(75-4)} = 93,5$ □ Fuß Oberfläche der Dampfröhre nöthig; folglich werden zwei 5zöllige Röhren, jede 30 Fuß lang hinreichend seyn. Diese können unter den Fußboden gelegt werden, und Register haben, um die Wärme zuzuführen; aber mit mehr Wirksamkeit liegen sie über der Flur an der Hinterwand unter den Gestellen hin. Dieselbe Wirkung hat man auch, wenn man 4 cylindrische Piedestale, ohngefähr 36 Zoll hoch, und von 1 Fuß Durchmesser hat, die an der Vorderseite angebracht sind; diese werden noch wirksamer und weniger kostspielig seyn, als die Röhren, welche an der Hinterwand hingelegt sind, und zu gleicher Zeit haben sie in ihrem Aeußern weniger Anstößiges. Diese Piedestale können an Pfeilern zwischen den Fenstern stehen.

In der kältesten Zeit werden die Röhren oder deren Stellvertreter in $1\frac{1}{2}$ Stunde etwa 1 Cubikfuß Dampf verdichten, und nach dieser Rechnung etwa $5\frac{3}{4}$ Pfund Kohle die Stunde erfordern.

157. Ein Orangeriehaus sei 40 Fuß lang und 13 breit, habe nach vorn und an den beiden Seiten Glasfenster, zwischen welchen sich kleine, schmale Pfeiler befinden mögen; die Höhe der Vorderwand sei 10 Fuß, das Dach 4 Fuß hoch und mit Glase versehen.

In diesem Falle ist die Oberfläche des Glases etwa 1100 Fuß, das Holzwerk eingerechnet; daher werden $(1,5 \times 1000) + (5 \times 40) = 1700$ Cubikfuß Luft in jeder Minute von der Temperatur des Hauses zu der äußern Luft abgekühlt.

In einem solchen Hause muß man auch für die zärtlichsten Arten Orangerie sorgen; und also dürfen wir die größte Kälte nicht unter 5° annehmen, und es ist das Haus mit hinlänglicher Wärme zu versehen, wenn bei einer Temperatur der äußern Luft = —15° eine

Temperatur von 8° hervorgebracht werden soll. (Nach Art. 44.) durch $\frac{23 \times 1700}{2,1\,(75-8)} = 278$ □ Fuß Dampfröhren.

Diese können nun ganz einfach, als Röhren durch das Haus vertheilt, oder zu einer Verzierung des Hauses nach seiner Natur, oder nach dem Belieben des Eigenthümers verwendet werden. Für die Gewächse wird es von Nutzen seyn, Klappen zu haben, um Dampf aus den Behältern herauszulassen; es giebt denselben der Dampf ein Ansehen von sehr schöner, frischer Farbe.

Treibhäuser, Mistbeete u. s. w.

158. In den nächsten Artikeln will ich ein paar Beispiele für Treibhäuser geben; wenn dergleichen flach und in den Grund eingesenkt sind, so heißt man sie Mistbeete (Pits); sie haben die Formen, wobei am meisten erspart wird, welche sie aber nicht für gewisse Pflanzen anwendbar machen. Für gewisse andre Arten sind sie jedoch am allerschicklichsten, wie für hohe Bäume; die Anordnung dieser Treibhäuser wollen wir jetzt betrachten, und dieß wird für unsern Zweck diesen Gegenstand hinlänglich beleuchten *).

Treibhäuser.

(Pine Pits.)

159. Um Pflanzen zu ziehen und vorwärts zu bringen, ist es nöthig, von einander gesonderte Häu-

*) Man braucht oft Treibhäuser von verschiedener Art, um junge Pflanzen zu ziehen und vorwärts zu bringen, so daß sie in einer kürzeren Periode zur Vollkommenheit kommen können, wenn sie in das Land verpflanzt werden. Häuser dieser Art sollten wenig der unmittelbaren Wirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt werden, denn ein so starkes Licht hält das Wachsthum der Pflanzen in diesem Zeitraume eher auf, als befördert es; sie müssen jedoch regelmäßig mit reiner Luft versehen werden, d. h. mit Luft, welche ihren vollen Antheil Sauerstoff enthält. (Vergl. Thomson's Syst. der Chemie übers. von Wolff Berl. 1806. IV. p. 207 ff.)

ser zu haben; in demjenigen, wo die Pflanzen zum Fruchtbringen kommen (im Engl. sonst stove jetzt fruiting pit), muß die Temperatur etwas höher seyn, als in andern dergleichen Häusern: Miller behauptet, die Wärme desselben dürfe im Winter nicht unter 15 bis 16° noch über 20,5° gehen; aber Knight hat gezeigt, daß sie nicht leiden, wenn sie auch im Winter des Nachts einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt sind, und Neill sagt, daß die Temperatur des Hauses im Winter so genau als möglich auf 8° zu erhalten sei. Daher wird es hinlänglich seyn, wenn wir dieselben in der kältesten Jahreszeit mit einer Wärme von 12° versehen, die Wärme ungerechnet, welche die Fütterung in den Beeten hervorbringt.

Wir wollen annehmen, daß das Fruchthaus beinahe auf die von Baldwin (über die Cultur der Ananas. Warwick, 1818) beschriebenen Weise eingerichtet sey; 40 Fuß lang, die Querbalken 10 Fuß lang (S. Taf. V.); dieß giebt 400 Fuß Oberfläche für das Dachglas; die Fläche des Glases an beiden Enden sey 36 Fuß und eine Thür, — dann werden, nach der Regel für Treibhäuser (Art. 70.), $(5 \times 40) + (1{,}5 \times 436) + 11 = 865$ Cb. Fß. Luft in der Minute abgekühlt.

Und (nach der Regel Art. 44.) wird, wenn bei äußerer Temperatur $= - 15°$ die Temperatur der Luft auf 12° erhalten werden soll $\frac{865 \times 27}{2{,}1\,(75 - 12)}$ $= 177$ Oberfläche einer gußeisernen Dampfröhre erfordert.

Vier Röhren von 4 Zoll Durchmesser, werden die Quantität Oberfläche haben: zwei von diesen werden am besten der Vorderseite entlang und zwei an der Hinterseite hin gelegt. Aber ich würde fast 3 Röhren von 5 Zoll Durchmesser vorziehen, von denen zwei an der Vorderseite und eine an der Hinterseite anzubringen wären. Sie würden eine größere Menge heißen Wassers enthalten, und also, nachdem

der Dampf nicht mehr in dieselben einströmt, längere Zeit die Wärme erhalten. Auch hier wird eine Klappe oder ein Paar dergleichen augebracht, um Dampf einzulassen. (Vergl. Taf. IV. Fig. 14.) Die Mauern sind hohl; und die Röhren dürfen die Mauer nicht berühren, sondern $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll von ihnen entfernt seyn. Wenn genug Glas da ist, um den Pflanzen Licht zu geben, so ist jede noch dazu kommende Quantität eine Ursache eines unmittelbaren Wärmeverlustes: aber ich glaube nicht, daß man Seitenfenster entbehren könnte, denn diese geben den Pflanzen Morgen- und Abendsonne, der nemliche Grund macht es auch wünschenswerth, die Balken so dünn als möglich zu machen, um weniger Schatten zu haben, wenn die Sonne nahe am Horizont ist.

160. Wenn die Fensterscheiben mit Kitt oder mit Metall gefaßt sind, so wird eine geringere Quantität Wärme erfordert; aber ich bin nicht dafür, daß diese vollkommene Ausschließung von Luft gut ist; denn ich bemerke, daß, wo die Scheiben so vollkommen als möglich gefaßt sind, die Stellung der Pflanzen nahe an das Glas an für sehr wohlthätig gehalten wird. Aber mögen die Scheiben nun gut schließen oder nicht, es würde vielleicht mit beträchtlichen Nutzen verbunden seyn, wenn man Mittel hätte, die Pflanzen am Tage dem Glase zu nähern, und des Nachts davon zu rücken. Wo der Boden nicht durch eine Fütterung warm gehalten wird, da kann dieß sehr leicht und mit geringen Kosten ausgeführt werden. Ich weiß, daß bei manchen Pflanzen die Entfernung derselben des Nachts vom Glase von beträchtlichem Nutzen war.

161. Die Temperatur eines solchen Fruchthauses wird im Sommer durch die Lüftung regulirt; und es scheint gut zu seyn, sie im Allgemeinen nicht über 28° steigen zu lassen, obgleich die Gewächse bisweilen eine Temperatur von 30 bis 34° aushalten können. Daraus wird das Maas der Ventilatoren (nach Art. 72.) bestimmt. Die Höhe der zu erwärmen-

den Luft ist in unserm Durchschnitt etwa 9 Fuß, die Länge des Querbalkens 10 Fuß: also nach der Regel, $\frac{10}{6\sqrt{8}} = \frac{10}{16,98}$ Fuß für jeden Fuß in der Länge des Hauses.

Und $40 \times \frac{10}{16,98} = 24$ Fuß sehr nahe sind nöthig für die Durchschnittsfläche der Luftzüge. Nun wird es am besten seyn, die Ventilatoren etwa 12 Fuß kleiner zu machen, und die Seitenfenster zu öffnen, um vollkommene Gewalt über die Temperatur zu haben zu solchen Zeiten, wenn das Thermometer die Höhe erreicht, welche unserer Rechnung zum Grunde gelegt worden ist. Die kalte Luft wird in den Gängen zugelassen, auf die Weise, wie wir es oben für Gewächshäuser vorgeschlagen haben. (S. Art. 154. und Taf. V. Fig. 16).

Wein- und Pfirsich-Gewächshäuser.

(Graperies and Peach-houses.)

162. Im Verhältniß der Wärme für diese beiden Arten Gewächshäuser können wir keinen Unterschied machen, welcher werth wäre in der Anordnung der Quantität der Röhren berücksichtigt zu werden; obgleich die Größe des Unterschiedes einem erfahrnen Gärtner wohl bekannt seyn muß, auf welchen er zu achten hat; und folglich muß er mit den Mitteln versehen werden, die Wärme der Häuser nach Gefallen reguliren zu können. Dieß kann geschehen, wenn man eine Röhre so einrichtet, daß sie in Wirkung seyn kann oder nicht, wie es der Gärtner für gut findet.

Der Wein kann nicht gedeihen, wenn die mittlere Temperatur unter 8° fällt; und mittlere Nachttemperatur geringer als 3,5° ist; wenn also der Wein getrieben werden soll, so müssen dieß die niedrigsten Temperaturen des Weingewächshauses seyn. Wenn durch das Treiben der Wein rasch vorwärts gebracht werden soll, so darf er nicht unter 4° des Nachts

kalt stehen, und am Tage nicht unter 8°, zum wenigsten nicht unter 6°; die größte Wärme kann 9 bis 12° seyn.

Pfirsischbäume werden mit gutem Erfolg in einer Temperatur, die 2° niedriger ist, als für den Wein, stehen können, d. h. in einer Temperatur am Tage von 6° und des Nachts von 2°.

Bei Schätzung der Wärme, welche für solche Häuser nöthig ist, muß man eine höhere Temperatur annehmen, weil die Mittel eines raschen Treibens angegeben werden sollen, welche denen angemessen sind, welche bald Früchte wünschen, ohne feinen Geschmack und Geruch an ihnen zu verlangen. Wir müssen also Mittel haben, die Temperatur in der kältesten Jahreszeit, d. h. wenn die Temperatur der Luft auf —15° steht, auf 8° zu erhalten.

163. Aber die Natur dieser Häuser muß zuerst betrachtet werden, um ein Beispiel geben zu können. Die jetzt fast allgemein angenommene Form derselben ist sehr einfach; sie besteht in einem Glasdache, welches in einem Winkel von etwa 45° gegen den Horizont geneigt ist, welches vorn von einer niedrigen Wand unterstützt wird, die beiden Seitenwände haben Glas von der Höhe der Vorderwand, welche gewöhnlich 2 Fuß hoch ist. Ein Haus dieser Art scheint sehr wohl sich für Weinstöcke zu schicken; ob es gleich aus Versuchen gefunden werden kann, daß die Einrichtung, welche ich unten für Pfirsichhäuser angeben werde, eben so gut sich schicken werde, um Wein zu ziehen.

Man nehme an, ein solches Weingewächshaus sei 50 Fuß lang, der Querbalken 17 Fuß; und die Fläche des Glases an den Seiten 144 Fuß, dieses Glas sei gut verkittet; übrigens seien zwei Thüren da. Dann ist der Wärmeverlust (nach Regel, Artikel 71.) $(5 \times 50) + 1{,}5\,[(50 \times 17) + 144] + (2 \times 11) = 1763$ Cubikfuß in der Minute. Ein Zehntel kann davon bei Häusern mit hölzernen Fenstern abgezogen werden: und

in diesem Falle wird 1590 Cubikfuß in der Minute abgekühlt.

Dieß zur Berechnung der Oberfläche der Dampfröhre angewandt (nach Art. 44.), wird, wenn die Temperatur auf 8° zu erhalten ist, für die kälteste Jahreszeit geben $\frac{1590 \times 23}{2,1\,(75-8)} = 260$ □ Fuß.

Vier Röhren zu 5 Zoll Durchmesser werden diese Quantität Oberfläche geben; zwei von diesen können an der Vorder- und die andern beiden an der Hinterwand hingelegt werden; und es wird vorzüglich, wenn ein Dampfkessel auch andre Häuser noch mit Dampf versieht, vortheilhaft seyn, eine Röhre an der Rückenwand zu haben, welche man nach Belieben in Thätigkeit setzen kann. Eine Dampfklappe, um das Haus mit Dampf zu versehen, ist auch hier nicht zu vergessen; dieser Proceß, Dampf herauszulassen, ist nützlich befunden worden, die Verwüstungen der rothen Spinne zu beschränken. (S. Taf. IV. Fig. 14.) Wo man wünscht, daß die Röhren nur wenig Platz einnehmen sollen, da legt man eine über die andere, wie man Fig. 36. Taf. X. sieht; hier ist zugleich ein Gestelle mit zwei Rollen dargestellt auf welchen die Röhren liegen.

164. Nun ist noch die Lüftung eines Hauses für Weinstöcke zu betrachten. Die Länge des Querbalkens ist 17 Fuß und die Höhe der Oeffnung, wo die erhitzte Luft ausströmt, ist nicht geringer als 16 Fuß über der Flur: also (nach der Regel Art. 72.) findet man $\frac{50 \times 17}{6\sqrt{16}} = 35\frac{1}{2}$ □ Fuß für die Durchschnittsfläche des Abzugs der erwärmten Luft, um die Temperatur des Hauses an einem heißen Sommertage nicht über 28° steigen zu lassen. Dieselbe Größe der Oeffnung ist erforderlich, kalte Luft im Sommer von der Seiten- und der Hinterwand zuzuführen. Die Luftzüge an den Seiten, für die Zuleitung kühler Luft im Sommer werden im Winter mit Matten oder auf andre Weise sorgfältig verwahrt; und wenn etwas Luft nöthig

wäre, so ist es vortheilhaft, sie mitten im Hause einzulassen.

Gewächshäuser für Pfirsiche, von einer neuen Bauart.

165. Im Freien finden wir, daß es ein wesentlicher Vortheil ist, die Pfirsiche an einer Wand zu ziehen. Es scheint nicht der einfache Grund zu seyn, den Bäumen Schutz an der Wand finden zu lassen; sondern vielmehr die von der Sonne aufgenommene Wärme zurückzuhalten, und eine höhere Temperatur für eine längere Zeit zu bewahren, als dieß geschehen könnte, wenn der Baum nicht an feste und schlecht leitende Körper befestigt wäre. Wenn es daher nützlich ist, einen Baum an einer Mauer aufzuziehen, um die Wirkung der Sonne in der wärmsten Jahreszeit zu unterstützen, wird dieß nun nicht noch mit mehr Nutzen geschehen, wenn wir Früchte in einer kürzeren Zeit zur Reife bringen wollen, da die Sonnenwärme weniger kräftig ist? Mit dieser Ansicht habe ich den Durchschnitt eines solchen Hauses auf Taf. V. entworfen. Die Wände BB, an welche die Bäume gezogen werden sollen, werden etwas geneigt, um eine größere Menge Oberfläche in einer geraderen Richtung der Sonne auszusetzen, die Mauern werden hohl gebaut, weil sie weniger Aufwand machen und leichter gebaut werden können. Die Vorderseite ist mit Glas versehen, um den Nutzen zu erhalten, die Sonnenstralen leichter und länger am Tage zu haben, als wenn das Ganze nur ein Glasdach hätte. Es kann auch bemerkenswerth seyn, daß man bei aufrechten Fenstern, wenn sie in Quadraten zusammengesetzt sind, weniger Gefahr läuft, daß sie bei starkem Froste springen, und daß sie weniger kalte Luft im Winter zulassen, als die zusammengelegten Fenster eines Daches; und daß hier weniger Wärmeverlust durch Schnee und Regen Statt findet.

166. Die Quantität der Wärme eines Hauses dieser Art, das 50 Fuß lang ist, kann bei der Annahme, daß man Mittel habe, den Raum auf 8° bei der kältesten Jahreszeit zu erhalten auf folgende Weise berechnet werden. In der Zeichnung sind drei Fuß aufrechtstehendes Glas und 11 Fuß Dachglas; daher wird man 700 □ Fuß Glas auf dem Dache und der Vorderseite haben; auf den Seiten sind 96 □ Fuß Glas; also im Ganzen 796 □ Fuß. Nach Art. 71. beträgt der Wärmeverlust demnach, angenommen, daß man zwei Thüren habe, $(5 \times 50) + (1{,}5 \times 796) \times (2 + 11) = 1466$ Cubikfuß Luft in 1 Minute.

Bei hölzernen Fenstern kann dieses um ein Zehntel reducirt werden, also macht die in der Min. zu wärmende Luft 1320 Cubikfuß aus. Die Quantität der Röhre aber, welche diese Wirkung hervorbringt, muß (nach Art. 44.) $\frac{1320 \times 23}{2{,}1\,(75-8)} = 216$ Quadratfuß Oberfläche haben.

Diese Quantität Oberfläche werden 3 Röhren von 5 Zoll im Durchmesser darreichen; zwei davon können auf der Vorderseite und eine im hintersten Gange angebracht werden: so sieht man es in SS Taf. V. Fig. 17.

Zur Sommerlüftung muß der Ausgang des Hauptluftzuges eine Durchschnittsfläche von $32\frac{1}{2}$ Fuß haben (nach der Regel Art. 72.): denn die Länge des Querbalkens ist 11 Fuß, die Höhe des Glases an der Vorderseite 3 Fuß; dieß macht 14 Fuß für die ganze Tiefe des Glases; die Höhe von der Flur bis zu der Stelle, wo die Luft entweicht 13 Fuß; also $\frac{14 \times 50}{6\sqrt{13}} = 32{,}4$ Fuß. Die größte Menge der kalten Luft kann durch Luftzüge von hinten, das Uebrige von den Seiten her zugeleitet werden.

Heiße Wände.
(Hot Walls.)

167. Dampfwärme kann auch mit Leichtigkeit und Vortheil zu heißen Mauern angewandt werden. Alles, was nöthig ist, besteht darin, daß man eine oder mehrere Röhren in eine hohle Mauer einführt. Durch die von den Röhren ausströmende Wärme wird die Mauer erwärmt, ohne in Gefahr zu kommen, die Bäume oder Theile derselben zu versengen; die Wärme wird gleichförmig durch eine Mauer von jeder beliebigen Länge wirken, und doch wird es nicht nöthig seyn, so viele Feuerstätten und Essen, wie nach der gewöhnlichen Methode, zu haben; diese sind unangenehm sowohl in Hinsicht des Rauches, als der Aufmerksamkeit, welche sie erfordern. Dergleichen heiße Wände werden gegen sonst jetzt wenig gebraucht; aber bei Anwendung des Dampfes sind die meisten Vorwürfe, welche man ihnen gemacht hat, entfernt; und diese einfache und wohlfeile Methode, feine Früchte hervorzubringen möchte wohl der allgemeinen Einführung werth seyn. Wenn man ein Tausend Fuß einer Mauer zu bauen hat, so erspart man durch das Bauen von hohlen Mauern, so viel, als was die Dampfröhren kosten, und also wird nur der Aufwand für den Kocher und seinen Apparat erfordert, um die Mauer zu erwärmen; und wenn man andre Frucht- oder Gewächshäuser zu heizen hat, so kann der nämliche Kocher für das Ganze dienen — angenommen, daß das Ganze nicht über eine (englische) □Meile weit auseinander liegt.

Eine gute Vorstellung, in welcher Ausdehnung man den Dampfapparat nützen kann, wird die Betrachtung des neunten Kupfers und seine Beschreibung geben.

Zehntes Kapitel.

Ueber das Trocknen durch Dampf.

168. Die Kunst, durch künstliche Wärme zu trocknen, ist von großer Wichtigkeit, sowohl in kleinem Maasstabe für jede Familie, als auch im Großen für Manufacturen; und daher wird Alles, was dabei verbessert oder benutzt werden kann, willkommen seyn. Ueber diesen Gegenstand ist jedoch wenig geschrieben worden; und doch scheint es möglich zu seyn, daß diese Kunst durch Anwendung bekannter wissenschaftlicher Grundsätze sehr verbessert werde. Doch wenn auch wenig darüber in Büchern zu lesen ist, in der Praxis ist sie mit Vortheil ausgebildet worden. Und in der That, dem Schriftsteller bleibt beinahe nichts übrig, als die Grundsätze auf allgemeine Grundsätze zurückzuführen, und zu zeigen, auf welche besondere Fälle diese Grundsätze mit dem größten Vortheile anzuwenden seien.

169. Der Dampf ist so vor Allem am meisten sicher und gesund für jeden Zweck des Trocknens, daß aus diesem Gesichtspuncte allein betrachtet, derselbe allen andern Mitteln vorzuziehen wäre; aber er ist auch weniger nachtheilig für die Materialien befunden worden, welche getrocknet werden sollen — denn er theilt weder eine rauhe Oberfläche mit, noch schadet er dem Glanze, noch der ekelsten Farbe.

Er kann zum Trocknen der Mousline, Kaliko's, Linnen, Wolle, Papier, Schießpulver, Malz, Hopfen, Korn, Zucker u. s. w., auch zum Trocknen der Wäsche in Haushaltungen benutzt werden.

170. Der gewöhnliche Proceß bestand zuerst darin, daß die zu trocknenden Artikel in einem Raume, dem daher sogenannten Trockenraume, aufgehangen wurden, und daß man diese bei einer hohen Temperatur erhielt. Nachher fand man, daß der Proceß beschleunigt würde, wenn man einen gewissen Grad von Lüf-

tung zuließ. Die nächste Verbesserung bestand darin, daß man dünne Stücken geradezu auf die Dampfröhren legte, und andere in Schichten über diese ausbreitete; in manchen Fällen ließ man die Gewebe rund um die Röhren in Schlangenlinien herumwinden, wodurch sie schneller getrocknet werden konnten. Diese Einrichtungen nach der Natur der Artikel, welche man zu trocknen hatte, sind von vortrefflichen Nutzen befunden worden: aber Etwas war doch noch zu thun übrig, nämlich den Proceß der Gesundheit weniger schädlich zu machen; und dieß ist von den Herren Strutt's zu Belper bei Derby ausgeführt worden. Die Verbesserung besteht darin, daß die Wärme auf einen Platz von hinlänglicher Größe, welcher die zu trocknenden Stücke aufnehmen soll, beschränkt, und daß die Einrichtung so gemacht ward, daß der Arbeiter die zu trocknenden Stoffe mit Leichtigkeit wechseln kann, ohne doch in einem beträchtlichen Grade der starken Wärme und Feuchtigkeit des Trockenraumes ausgesetzt zu werden. Nun ist außer dem unschätzbaren Vortheile, daß die Methode gesünder ist, dieselbe auch im Feuern sparsamer; weil man eine Temperatur und einen Luftstrom anwenden kann, welches beides in einem so großen Raume sonst schwierig zu bewerkstelligen ist. Ich will nicht die eine Methode so empfehlen, daß ich die andre ganz ausschließe, noch will ich mehr von Strutt's Idee annehmen, als das Einschließen des Raumes, welcher die zu trocknenden Stoffe enthält; allein indem ich mich bemühe, die Anwendung von Grundsätzen auszubreiten, bin ich erfreut, Gelegenheit zu haben, die ersten Entdecker guter Einrichtungen meinen Lesern kennen zu lehren, sobald ich selbst Kenntniß von ihnen habe.

Grundsätze des Trocknens.

171. Alles Trocknen besteht in der Anwendung von so viel Wärme, als nöthig ist, um die Feuch-

tigkeit eines Körpers in Dunst zu verwandeln; folglich haben wir zu betrachten, wie dieß mit den wenigsten Kosten für Feuermaterial und mit der geringsten Aufmerksamkeit auszurichten sei, und zu gleicher Zeit wie ein kostspieliger Apparat so viel wie möglich vermieden, und auch ein nicht zu großer Platz gebraucht werden könnte.

172. Die unmittelbare Anwendung einer hohen Temperatur wird alle Feuchtigkeit in allen Stoffen einer dünnen leichten Arbeit in Dampf verwandeln*); und wo man schnelles Trocknen solcher Producte erzielen will, da wird man dieß als die beste Methode befinden; aber nicht bei Stoffen von einem festen Gewebe und beträchtlicher Dicke. Die nämlichen Betrachtungen lassen sich beim Trocknen von pulverförmigen Körpern und von Körnern anstellen. Diese müssen in kleinen Parthien, dünn ausgestreut, und in Bewegung erhalten werden, wenn das Trocknen durch unmittelbare Anwendung von Wärme vor sich gehen soll.

173. Die unmittelbare Anwendung von Wärme könnte unterstützt werden in ihrer Wirkung, wenn man einen luftverdünnten Raum hervorzubringen suchte; aber nicht in einem hohen Grade, weil der Aufwand an Feuermaterial nicht sehr vermindert würde, während die Schwierigkeit und der Aufwand, den jener Proceß erfordert, viel größer wäre. Doch kann derselbe bei Stoffen von großer Dicke, und geringem Umfange vortheilhaft angewandt werden, weil durch Entfernung des Druckes der Atmosphäre die Feuchtig-

*) Es scheint nach den Bemerkungen des Herrn Snodgraß, daß diese Methode Mousline zu trocknen in den Bleichanstalten bei Glasgow schon im Jahr 1798 ausgeführt worden sei. Er sagt nämlich, das Trocknen werde bewerkstelligt, indem man das Zeug um hohle, metallne, mit Dampf gefüllte Cylinder herumwickele. Transact. of the Soc. of Arts etc. Vol. XXIV. p. 119.

keit, welche im Innern des Körpers einen Rückhalt hat, herausgezogen wird.

174. Der nächste Grundsatz für das Trocknen hängt von der Verwandtschaft der Luft zur Feuchtigkeit ab; diese Verwandtschaft wird sehr durch die Erhöhung der Temperatur der Atmosphäre vermehrt; diese Erwärmung bringt eine Wirkung hervor, welche der Verminderung des Luftdruckes äquivalent ist. Nun kann aber die Luft trotz ihrer Verwandtschaft zur Feuchtigkeit, dieselbe nur in Dunstgestalt absorbiren; und also wird so viel Wärme, als das Wasser der Stoffe in Dunst verwandeln wird, außerdem noch erfordert, um die Luft mit der nöthigen Wärme zu versehen; und dann ist die Thätigkeit der Verwandtschaft der Luft hauptsächlich wirksam, um den Proceß des Trocknens zu beschleunigen *). Es liegt also am Tage, daß trockne

*) Die nämliche Kraft, welche die Luft mit Dunst füllt, wird vielleicht in festen, soliden Körpern, Haarröhrchenanziehung genannt, welche diese (festen) Körper auf Tropfbarflüßige ausüben; und Auflösungsverwandtschaft, wenn flüssige Körper auf flüssige oder feste Körper wirken u. s. w. Ich betrachte das Auflösen eines Salzes in Wasser und des Dunstes in Luft für ähnliche Wirkung der nämlichen Kraft; es ist die Folge einer Anziehung zwischen zwei Körpern, welche nicht hinreicht, das Gleichgewicht zwischen den Theilchen eines von beiden aufzuheben; sonst würde ein neuer Körper entstehen; welche aber fähig ist eine gleichförmige Mischung hervorzubringen. Und weit entfernt, daß die Idee der Auflösung eine Abänderung der Lehre von den bestimmten Verhältnissen sei; man findet vielmehr, wenn man die Lehre genau und streng untersucht, daß chemische Veränderungen nur Veränderungen des Gleichgewichts unter den Elementen der zusammengesetzten Körper sind, und daß sie am Ende auf ähnlichen Grundsätzen, wie die Mechanik, beruhen. Die mehresten Schriftsteller über Chemie scheinen anzunehmen, daß Berthollet's Begriffe von der Verwandtschaft mit den Erscheinungen übereinkommen, wenn sie eine Anziehung der nämlichen Art, wie die planetarische Anziehung wäre; aber Wahrheit ist es, daß, wenn chemische Veränderungen nur Statt finden bei aufgehobenem Gleichgewicht, jede Kraft, welche geringer ist, als daß sie das Gleichgewicht aufheben könnte, nur Veränderung des Ortes hervorbringt; und die

Luft am mächtigsten seyn wird; und weil kalte Luft durch weniger Feuchtigkeit gesättigt wird, als warme Luft, so ist es häufig der Fall, daß die kalte Luft am trockensten ist, und also am allerwirksamsten für Trockenräume.

175. Die äußere Luft ist (in England) häufig nebelig; und so oft dieß der Fall ist, da muß der Aufseher der Trockenstube sparsamer Luft zulassen, und bei einer höheren Temperatur arbeiten; sonst möchte ein Verlust an Feuermaterial eintreten. Denn was für Luft man zuführt, sie führt eine Quantität Wärme, welche ihrer Menge proportionirt ist, fort, und ist sie nun schon mit Feuchtigkeit gesättigt, so nimmt sie weniger Wasser von den Stoffen auf; aber die Kraft, die gehörige Menge Wasser zu absorbiren, wird durch eine höhere Temperatur ersetzt — und mit einem geringen Aufwande von Wärme: wie weiter unten zu zeigen seyn wird *).

Die Hülfe, welche die Verwandtschaft der Luft zum Dunste beim Trocknen leistet, ist am allerbesten zu gebrauchen beim Trocknen von Stoffen von dicken, festen Gewebe, Holz, u. dergl. m.

Wirkung einer Masse bei Zusetzung eines Körpers muß nothwendig sehr beschränkt, und nur bis zu der Ausdehnung dieser Grenzen wirksam seyn, wie es bei allen chemischen Operationen nach einem großen Maasstabe erwiesen ist. Nimmt man Dalton's Theorie an, und giebt man zu, daß Luft eine Anziehung für Dampf habe, so ist man beinahe gezwungen anzunehmen, daß die einzelnen Partikeln eines Gases eine abstoßende Kraft gegeneinander haben.

*) Der Dunstmesser (Atmometer) des Prof. Leslie würde ein nützliches Instrument für dergleichen Anstalten abgeben; durch ihn mißt man die Menge Feuchtigkeit, welche in einer gegebenen Zeit von einer feuchten Oberfläche ausgehaucht wird; denn ob man sich gleich bei meteorologischen Untersuchungen nicht auf seine Anzeigen verlassen kann, so scheint er doch gut genug sich für den hier in Rede stehenden Zweck zu schicken. Die Methoden, welche die Operationen des Wägens mit großer Accuratesse erfordern, würden sich nicht für praktische Manufacturisten schicken.

176. Nachdem wir die Wirkung der äußern Kräfte betrachtet haben, müssen wir zunächst untersuchen, auf welche Weise die Stoffe selbst der Wärme auszusetzen sind. Bei allen Arten zu trocknen, muß man suchen, die größt möglichste Oberfläche der Wirkung der Luft und der Wärme auszusetzen; denn die Zeit des Trocknens wird fast umgekehrt wie das Verhältniß der Oberfläche, auf welche die Wärme wirkt, sich verhalten; d. h. wenn die Oberfläche doppelt ist, wird die Zeit fast auf die Hälfte reducirt werden.

177. Die Wände des Trockenraumes müssen von einer solchen Beschaffenheit seyn, daß sie nur eine ganz kleine Quantität Feuchtigkeit absorbiren. Sie sollten mit glasirten Ziegelsteinen, wie die Ofenkacheln zu seyn pflegen, ausgelegt, von schwarzer Farbe, oder an einen schlechten Wärmeleiter befestigt seyn. Es würde nicht allzuviel Kosten verursachen, die Wände mit dünnen Tafeln von gemeinem Marmor zu bedecken. Holz, welches in irgend einem Theile angewandt worden ist, muß von der Art seyn, daß es keinen Färbestoff enthält oder hergiebt: also Eichen, Mahagony, Cedern, u. s. w. Kleine Trockenkammern für Familien, können ganz von Holz gemacht oder damit ausgelegt werden: das Krümmen oder Werfen des Holzes kann durch Querriegel verhindert werden. (S. Fig. 20. Taf. VI.) Eisen sollte nicht in dergleichen Anstalten verwendet werden, wegen des Rostes, der sich zu bald bildet, und das Eisen zerfrißt. Der angewandte Raum darf nicht größer seyn, als nöthig ist, den Proceß mit hinlänglicher Schnelligkeit vor sich gehen zu lassen.

178. Die Stoffe hängen in Rahmen, oder sind darin ausgespannt; immer so, daß sie die größte Menge Oberfläche der Wärme darbieten können. Diese Rahmen haben Räder, damit sie auf metallenen Rollstöcken leicht hinter- und vorwärts gezogen werden können; oder es können die Rahmen, wie Schiebfenster eingehangen, oft noch mit größerem Vortheil gebraucht werden, als die horizontalen Schieber; da der Trocken-

raum entweder über oder unter dem Arbeitsraum dann recht schicklich angebracht wird. Ueberdieß erspart man dabei Platz und das Wechseln ist sehr leicht.

Die Rahmen auf Rollen oder Räder werden herausgezogen, die Stoffe darauf gethan, und dann an den Trockenplatz zurückgeschoben; der Ort, wo sie heraus und hineingeschoben werden, wird mit genau schliessenden Thüren versehen, welche während des Wechsels natürlich zu öffnen seyn müssen. Jeder Rahmen muß in jeden Raum passen; und man sollte immer zum wenigsten einen Rahmen im Hinterhalte haben, so daß der Trockenraum immer voll erhalten werden kann. Die Anzahl der Sparrahmen wird natürlich von der Geschicklichkeit der Arbeitsleute, die Räume immer voll zu erhalten, abhängen. Die Höhe der Rahmen bestimmt die Höhe der Trockenräume; aber wenn es für die Werkleute nicht unbequem ist, so sollte man hohe Rahmen vorziehen; sieben oder acht Fuß ist etwa die größte Höhe *).

179. Die Luft muß eher erhitzt werden, als die Stoffe hinein gebracht werden; auch müssen einige Röhren zwischen die Rahmen hindurch gehen, um die Temperatur der Stoffe zu erheben. Die erwärmte Luft muß an verschiedenen Orten unmittelbar unter den Rahmen eintreten, und nachdem sie zwischen die Zeuge gegangen ist, und sich mit Feuchtigkeit gesättigt hat, muß sie oben entweichen **). Die Ausführgänge über

---

*) Zwei verschiedene Arten von Rahmen sind in Transactions of the Soc. of Arts Vol. XXXVI. pag. 62. und XXXVII. pag. 77. beschrieben.

**) Die Herren Strutt's haben gerade den umgekehrten Proceß angenommen; sie lassen die erwärmende Luft von oben hinein, und die mit Dünsten gesättigte, unten heraus. Die wärmste Luft aber, welche, wie oben gesagt worden ist, auch die größte Verwandtschaft zum Dunst hat, hält sich vermöge ihrer Leichtigkeit in den obern Gegenden des Raumes auf, und indem nun die frische warme Luft durch diese Schicht eintritt, nimmt

jedem Rahmen vereinigen sich in einen einzigen, allgemeinen Ausführungszug; und dieser ist mit einem Regulator versehen, um den Zug entweder zu beschleunigen oder zu hemmen, wie es die Umstände gerade erfordern; natürlich muß daher auch ein Register da seyn, um den Zutritt kalter Luft in der Luftkammer, wo die Luft, bevor sie im Trockenraume eintritt, erwärmt wird, zu reguliren. Vermittelst dieser Register, sind wir im Stande, entweder einen raschen, oder trägen Luftzug durch jeden Raum des Trockenraumes hindurch gehen zu lassen *); aber der Luftzug hängt doch am meisten von den obern Registern ab, weil, wenn der untere nur verschlossen ist, durch die Risse so viel Zug entstehen und einen so großen Zufluß an Luft bei jeder Umwechslung der Rahmen verursachen wird, daß der Proceß um Vieles unterbrochen werden möchte. Das Register, für die Zulassung frischer Luft, muß nur so viel geöffnet werden, daß das größere Bestreben der Luft, vom Arbeitszimmer einzuströmen, vermindert wird.

Da jeder Rahmen in einer Entfernung von dem benachbarten stehen, und daher der Luftstrom in den Abtheilungen sehr verschieden seyn muß; so wird er am schnellsten seyn in der Abtheilung, wo die nassesten Stoffe enthalten, und am trägsten, wo die Zeuge fast trocken sind. Denn die Schnelligkeit des Aufsteigens wird am größten seyn, wo die Luft in einer gegebenen Zeit am meisten Feuchtigkeit absorbirt; aber in allen Fällen des Trocknens wird die in einer gegebenen Zeit abgegebenen Quantität immer abnehmen, bis sie

---

sie schon Feuchtigkeit auf, bevor sie mit den Zeugen in Berührung kommt.

*) In einigen Trockenanstalten scheint man durch Wedel (pendulous fans) die Luft in Bewegung zu setzen (Buchanan's Versuch über das Heizen mit Dampf), aber in Räumen, welche man auf die oben beschriebene Art lüftet, ist dieß wohl ganz unnöthig.

nach einer gewissen Periode beinahe unmerklich wird. Die Luft, welche durch fast trockne Stoffe hindurchgeht, wird fortgehen, ohne mit Feuchtigkeit gesättigt zu seyn; aber ich kenne bis jetzt noch kein Mittel, das ohne einen größern Aufwand von Arbeit, diese entweichende Wärme erhalten könnte.

180. Bei Stoffen von einem dicken Gewebe oder von beträchtlicher Masse, kann man so schnell trocknen, daß nur die Oberfläche wirklich trocken ist; in diesen Fällen sind sie rauh und trocken anzufühlen, aber wenn sie einige Tage gelegen haben, so verbreitet sich die Feuchtigkeit auch durch die Oberfläche und das Zeug fühlt sich feucht an. Findet man dieß einmal, so ist eine längere Zeit und eine niedrigere Temperatur für den Proceß erforderlich. Die Verschiedenheit der Quantität Dampf, welcher zu den verschiedenen Zeiten des Trocknens abgegeben wird, macht es sehr schwierig, die Kraft der Wärme zu berechnen, welche eine gegebene Wirkung hervorzubringen im Stande ist; weil im letzten Zeitraume des Trocknens eine größere Quantität Luft durchstreichen muß, als mit Dampf erfüllt werden kann. Das oberflächliche Trocknen einer lockern Materie kann entweder durch dünnes Auseinanderlegen oder durch öfteres Wenden derselben verhütet werden.

181. Die Menge Wasser, welche von verschiedenen Körpern absorbirt wird, ist sehr verschieden. Ich habe in dieser Hinsicht Papier, Seide, Linnen, Segeltuch, Kaliko und Flannell untersucht. Bei meinen Versuchen wurden die verschiedenen Zeuge, wie gewöhnlich beim Waschen ausgerungen, ehe sie im feuchten Zustande gewogen wurden: die annähernden Resultate sind diese:

	Gewicht		
	im trocknen,	im feuchten Zustande,	des absorb. Wassers.
Wolle im Flanell	1 Pfd.	3 Pfd.	2 Pfd.
Baumwolle im Kalico .	1 =	$2\frac{1}{8}$ =	$1\frac{1}{8}$ =
Seide	1 =	$1\frac{29}{30}$ =	$\frac{29}{30}$ =
Flachs in Leinwand .	1 =	$1\frac{3}{4}$ =	$\frac{3}{4}$ =
Flachs im Segeltuche .	1 =	$1\frac{3}{4}$ =	$\frac{3}{4}$ =
Papier Druck= (foolscap)	1 =	$1\frac{2}{7}$ =	$\frac{2}{7}$ =
Papier Schreibe= (drawing)	1 =	$1\frac{6}{25}$ =	$\frac{6}{25}$ =

Um nun diese gleichen Gewichte dieser verschiedenen Stoffe in gleichen Zeiten zu trocknen, muß die Kraft der Wärme hinreichen, um zwei Pfund Dunst zu entziehen, während die für Kaliko nur 1 Pfund zu entziehen braucht, und die für Leinewand nur $\frac{3}{4}$ Pfund. Wenn die Kraft der Wärme für jede einzelne Art gleich ist, so werden die Zeiten in viel weniger einfachem Verhältnisse stehen *).

---

*) Man setze $W =$ den Pfunden des in den Stoffen enthaltenen Wassers, und $nW =$ den Pfunden, welche in den ersten Zeiten verdünstet werden: dann ist das Gewicht vom Wasser, welches nach 1′ 2′ 3′ und anderen gleichen Zeiträumen in den Zeugen zurückbleibt $= W(1-n)$, $W(1-n)^2$, $W(1-n)^3$ u. s. w. Und wenn w das Gewicht, das sie enthalten, und ihre Kraft, Feuchtigkeit zu absorbiren, im Gleichgewicht mit der der atmosphärischen Luft bei mittlerer Temperatur steht, so haben wir $W(1-n)^t = w$, wenn die Zeuge trocken sind; t ist die Zeit und $= \frac{\log. W - \log. w}{\log. 1 - \log. (1-n)}$.

Nun scheint es nach einigen Versuchen, welche ich angestellt habe, um zu erfahren, wie viel dem Gewichte nach, Wasser von den Stoffen in einem Trockenraume erhalten werden kann, wenn dieselben nach gewöhnlichem Sprachgebrauch trocken sind, daß w ungefähr $\frac{1}{12}$ W sei; also $t = \frac{1{,}079181}{\log. 1 - \log. (1-n)}$.

Aber häufiger wollen wir wissen, wieviel in einem Zeittheile zu entziehen ist, wenn die ganze Zeit gegeben ist; und dann ist $1 - \left(\frac{w}{W}\right)^{\frac{1}{t}} = n$; wenn $W = 12\,w$; so haben wir

182. Man wird finden, daß man am aller sparsamsten trocknen kann, wenn die Quantität Feuchtigkeit, welche in einer gegebenen Zeit zu verdunsten ist, 0,08 der ganzen Quantität, welche in einem Stoff enthalten ist, ausmacht; und die Zeit, welche jedes Stück im Trockenraume verbleiben muß, wird ungefähr 30 mal die gegebene Zeit, ausmachen, (S. die Note zum vorhergehenden Art.) die Kraft der Wärme, wird von der Menge des im Zeuge enthaltenen Wassers abhängen, und von der Quantität Oberfläche, welche der Wirkung der Wärme ausgesetzt wird. Die Wärme, welche am besten anzuwenden ist, wird 25 bis 30° seyn, wenn der Thaupunct (da wo der Wasserdunst wieder sichtbar wird, oder sich niederschlägt) bei 4° liegt; und jener kann leicht abgeändert werden, so daß man mit der nämlichen Schnelligkeit wirken kann, wenn dieser (der Thaupunct) höher liegt *).

$1 - 0{,}0833^{\frac{1}{t}} = n$. Man lasse die Zeit 30 Theile seyn, dann giebt der Logarithmus von 0,0833, durch 30 dividirt, den Logarithmus von 0,9205; und $1 - 0{,}9205 = 0{,}0795 = n$. Wenn man daher die Anzahl von W Pfd. in 30 Minuten trocknen wollte, so würde 0,0795 W die Quantität seyn, welche in 1 Minute zu verdunsten wäre; und die Rahmen müßten auf so eine Weise gewechselt werden, daß die Wärme gleichmäßig wirken könnte. Es ist zu weitläuftig an diesem Orte ein Beispiel zu geben, sonst könnte nach Grundsätzen der Maxima und Minima gezeigt werden, daß wenn die Zeit etwa 30 Theile sind, die Wirkung einer gegebenen Menge Feuermaterial ein Maximum wäre, wenn die Stoffe eine solche Beschaffenheit besäßen, daß 0,0795 W in dem ersten Theile Zeit verdunstet werden könnten.

*) Wenn man ein Glas Wasser nimmt, welches wenig kälter als die Temperatur ist, zu welcher Luft reducirt werden könnte, ohne derselbe einen Theil der Feuchtigkeit, welchen sie enthält, absetzen zu lassen, so wird das Glas mit Thau bedeckt, und die Temperatur des Wassers heißt, wenn die Absetzung des Thaues beginnt, der Thaupunct. Wenn Wasser nicht von der gehörigen Kälte anders erhalten werden kann, so kann man etwas Salpeter oder salzsauren Kalk dazu thun. Aber Dr. Young (Lect. on Nat. Phil. 1. p. 708.) hat bemerkt, daß solche Ver-

183. Die Verdunstung wird gerade wie der Ueberschuß der Feuchtigkeit in der zu trocknenden Sache sich verhalten, wenn der Stoff und die Zeit die nämlichen sind *), und die Zeit wird umgekehrt wie der Zufluß an Wärme sich verhalten; aber wir können die Zeit nicht abkürzen, wenn man die Wärme unter einer gewissen Menge Stoffen vermehrt; dieß wird vielmehr von der Leichtigkeit abhängen, mit welcher die Feuchtigkeit von den innern nach den äußern Theilen in der zu trocknenden Substanz ausgeht. Um die größte Quantität zu finden, welche von einem □ Fuß Oberfläche eines baumwollenen Tuches in einer Temperatur von 26° entweichen möchten, stellte ich verschiedene Experimente an, deren Mittel 9° gaben, bei Gesättigtseyn des Tuches und wenn der Thaupunct bei 4° war **); und nach diesem Maase würden 5400 □ Ellen (Engl.) Oberfläche oder 2700 □ Ellen Tuch 1 Cubikfuß Wasser in der Minute ver-

suche einer kleinen Ungenauigkeit nicht entgehen können, weil einige Stoffe Feuchtigkeit bei einer etwas höheren Temperatur, als andere anziehen; und er empfiehlt den Gebrauch von metallenen Gefäßen vor denen von Glas. Daniell hat neuerlich ein sehr feines Instrument zur Bestimmung des Thaupunctes erfunden, welches in seinen „meteorologischen Versuchen" beschrieben ist. Drei Jahre seiner Beobachtungen gaben für die Nähe von London, als den mittlern Punct, wo der Thau abgesetzt wurde, 5,56° an.

*) Dieß ist ein allgemeines Gesetz, aus welchem Dalton ein besonderes für die Verdunstung von Feuchtigkeit hergeleitet hat; aber auch diese theoretischen Betrachtungen können wir nicht für ganz genau ansehen, wenn sie auch jedem Zwecke in der Praxis entsprechen.

**) Unter den nämlichen Umständen wird die Verdunstung von einem □ Fuß Oberfläche von Wasser im heiteren Wetter zu 22½ Gran gerechnet, 29 Gr. im mäßigen Winde, und 35½ Gran in starkem Winde; nach Dalton's Versuchen. Aber man muß wünschen, daß mehrere Versuche über diesen Gegenstand angestellt würden; und vorzüglich unter den gewöhnlichen Umständen der Verdunstung und des Trocknens. Daniell's wenige neuerlich angestellten Versuche lassen es zweifelhaft, ob Dalton's Zahlen richtig sind.

dampfen, oder fast $\frac{1}{100}$ Cubikfuß Wasser für jedes Stück des Tuches.

184. Nun ist 1 Cubikfuß Luft bei 26° mit 14,1 Gran Dampf gesättigt (s. Tabelle VI.), und zieht man nun 2,9 Gran für Dampf ab, welcher schon in der Luft vorhanden ist, wenn der Thaupunct bei 4° ist, so haben wir 11,2, oder jede Elle Tuch wird ungefähr 15 Cubikfuß Luft erfordern, um seine Feuchtigkeit in Dampf zu verwandeln. Aber wir können nicht annehmen, daß die Luft ganz gesättigt werde, noch würde es zu wünschen seyn, weil immer auf diese Weise ein Wärmeverlust herauskäme; und also bestimmen wir besser die nöthige Luft zu 30 Cubikfuß; und für ein Stück von 25 Ellen, 750 Cubikfuß Luft in der Minute.

185. Sobald also das Gleichgewicht von Erforderniß und Aufwand von Wärme bestimmt ist; so wird die in jeder Minute für ein Stück von 25 Ellen erforderliche Wärme so groß seyn, daß $\frac{1}{100}$ Cubikfuß Wasser verdunstet, und 750 Cubikfuß Luft von der Temperatur der äußern Luft zu 26° erwärmt werden kann.

Die Quantität der Dampfröhre, welche erforderlich ist, um $\frac{1}{100}$ Cubikfuß Wasser zu verdunsten, muß 112 □ Fuß Oberfläche haben *); die Röhre wird am besten aus Kupfer gefertigt, und zwischen den

---

*) Es ist (Art. 46. Note.) gezeigt worden, daß 0,0007385 (T—t) = 57° sind, also $s = \frac{77236}{75 - t}$. Aber es wird 7mal diese Oberfläche erfordert, um 1 Cbfß. Wasser in Dampf zu verwandeln, also $s = \frac{540652}{75 - t}$; und wenn t = 26°, und die Quantität Wasser nur $\frac{1}{100}$ Theil eines Cbkfßs, so ist s = beinahe 111. Ich nehme dabei an, daß die Wärme, welche nöthig ist, um eine gegebene Menge Dampf zu erzeugen, bei 26° die nämliche sei, wie bei 80°, da der Unterschied zu klein ist, um in Rechnung gebracht werden zu können.

Rahmen angebracht, auf welchen die Stoffe aufgehängt sind.

Um 750 Cubikfuß bis auf 26° zu erwärmen, wenn die äußere Luft $=4°$ ist, wird man $\frac{750 \times 22}{2{,}1(75-15)}$ $=131$ □ Fuß Oberfläche einer Dampfröhre von Gußeisen nöthig haben. Bei dieser Rechnung (nach Art. 44. angestellt) ist nur das Mittel zwischen 26 und 4 als die Temperatur angenommen, welche von den Röhren mitgetheilt wird. Diese Röhren sind so anzulegen, daß die Luft erst zu 26° erwärmt werden muß, bevor sie mit den Stoffen in Berührung kommen; sie müssen also von Gußeisen gefertigt und in eine Luftkammer unter die Trockenstube gelegt werden.

Es liegt am Tage, daß die Röhren halb in dem Luftcloset, halb in der Trockenstube angebracht sind, fast genau die nöthige Quantität Wärme hervorbringen; die ganze Menge wird also $131 + 139 = 270$ Fuß für jedes Stück Tuch seyn. (Art. 181.)

186. Der Manufacturist wird begierig seyn zu wissen, in welcher Zeit diese Einrichtung eine gegebene Wirkung hervorbringen wird. Für Kaliko kann dieß ohne Verlust oder vielmehr ohne Wärmeverschwendung nicht reducirt werden. Wir wollen annehmen, daß ein Stück Kaliko 5 Pfd. Wasser enthalte, wenn es in die Trockenstube kommt, und wir haben gesehen, daß die Verdunstung vom Kaliko $\frac{1}{100}$ Cubikfuß Wasser in der ersten Minute betragen konnte; also $= 0{,}625$ Pfd. Aber 5 Pfd. $\times 0{,}08$ (S. Art. 193.) $= 0{,}4$ Pfd. im ersten Abschnitte Zeit und es wird

$$0{,}625 \text{ Pfd.} : 1 \text{ Min.} = 0{,}4 : 0{,}64 \text{ Min.}$$

Also $30 \times 0{,}64 = 19{,}2$ Min. werden dazu gehören, um das Stück Kaliko zu trocknen.

Wenn man dieses Stück nun in der doppelten Zeit trocknen wollte, brauchte man blos die halbe Quantität Dampfröhrenoberfläche, und so nach jedem andern Verhältnisse. Zu häuslichen Zwecken wird schon $\frac{1}{3}$ der Dampfröhrenoberfläche hinlänglich seyn; nämlich 45

Fuß in der Trockenstube, für jede 25 Ellen Tuch, oder einer entsprechenden Menge Oberfläche einer andern Substanz.

187. Die Durchschnittsfläche der Röhre, welche den Dampf fortführen soll, kann leicht auf diese Weise bestimmt werden. Es sind immer 750 Cubikfuß Luft für jede 270 Quadratfuß Oberfläche der Röhren fortzuleiten, zusammengenommen mit einem Dreißigstel seines Umfanges an Dampf, macht 775 Cubikfuß; bei einem verminderten specifischen Gewichte, welches äquivalent ist um seine Temperatnr um 2,5° zu erhöhen. Nun lasse man die äußere Luft 4° seyn, und die erwärmte Luft bei 26° entweichen, so ist der Unterschied der Temperatur 22°; dazu 2,5° für die geringere spec. Schwere addirt, so ist die ganze Differenz 24,5°; und wenn wir die Rechnung nach der Note zu Art. 64. anstellen, so finden wir, daß 775 durch die Quadratwurzel aus der Höhe der Röhre in Fuß 96,2 mal genommen dividirt, die Durchschnittsfläche in Fuß geben wird. Die Höhe muß vom Mittelpuncte der heißen Kammer bis zur Oeffnung, wo der Dampf und die warme Luft in die Atmosphäre entweicht, gemessen werden. Wenn diese also 25 Fuß ist, so ergiebt sich $\frac{775}{96{,}2 \times 5} = 1{,}61$ □ Fuß für die Durchschnittsfläche der Röhre für 270 □ Fuß Oberfläche der Dampfröhre.

Alle Luftzüge werden etwa die nämliche Fläche brauchen. Wenn also die Quantität der Dampfröhre bestimmt ist, so erhält man die andern Verhältnisse sehr leicht.

Trocknenstuben für Familien.

188. Um die Anwendung dieser Art zu trocknen zu erläutern, ist die Einrichtung einer solchen Stube für eine Familie auf der fünften Tafel gezeigt worden. Es ist angenommen, daß man zwei Abtheilungen hat, von welcher jede eine hinreichende Menge Linnenzeug u. a. m. fassen, und in einer Stunde trock-

nen kann; aber wenn die erste Wäsche halb trocken ist, (welches etwa in 20 Minuten statt haben wird) so wird sie in die andere Abtheilung gebracht. Durch dieses Wechseln, so daß eine neue Menge Wäsche eingebracht wird, wenn die erste halb trocken ist, wird eine beträchtliche Menge Kosten und Zeit erspart.

Die Wäsche kann auf glatten Stangen hängen, und so eine Stange auf einer Art Bock aufliegen, welcher auf Rollen ruht und herausgezogen wird, wenn die Wäsche wieder von den Stangen abgenommen wird. Es wird natürlich jedesmal das Closet verschlossen, um Wärmeverlust zu vermeiden.

Bei dieser Trockenmethode werden die Personen, welche mit dem Processe beschäftigt sind, weder von der Wärme, noch vom Dampfe der feuchten Wäsche belästigt; dabei wird viel weniger Feuermaterial erfordert, und viel weniger Platz um die nämliche Wirkung hervorzubringen.

Zu häuslichen Zwecken kann schnell und wohlfeil ein Apparat dieser Art eingerichtet werden. Eine von den Waschblasen des Waschhauses dient als Dampfkessel, ohne ihn zu andern Zwecken untauglich zu machen. Ein solcher Raum kann über oder auch neben dem Waschhause angebaut werden.

Es ist gewiß nicht der Betrachtung unwerth, daß bei dieser Art zu trocknen die frische Luft nicht abgeschlossen wird, und beinahe mehr durchströmt, als wenn die Wäsche in freier Luft trocknet.

189. Es ist offenbar, daß die Dampfhitze auch auf andere Gegenstände angewandt werden kann, wo der Vortheil einer begränzten Temperatur größer seyn wird, als gerade in den eben angeführten Fällen. Für manche Zwecke hat man sie schon als nützlich befunden, und ich glaube, die Grundsätze und Regeln dieses Kapitels werden es noch mehr thun. Man wird aber auch gesehen haben, wie viele Umstände hier mit in Betracht kommen, und wird sich nicht wundern, wenn die Wirkungen nicht immer die sind,

die man erwartete, wo alle Umstände nicht genau erwogen waren.

Dampfwärme kann mit Vortheil zum Trocknen von Körnern, beim Malzen, zum Trocknen des Hopfens, des Papiers, Schießpulvers, Zukkers und dergleichen mehr, gebraucht werden *).

Der Dampf kann auch angewandt werden zum Trocknen des Torfes (siehe oben Art. 15. und 29.); so daß also die Torfstreicherei nicht auf den Sommer beschränkt ist, wo Händearbeit so nöthig ist. Aber es giebt noch eine wichtigere Anwendung der Dampfwärme; es kann nämlich der Dampf überall, wo das Feuermaterial theuer ist, das Korn mit vollkommener Sicherheit, getrocknet werden, wenn ein feuchter Herbst eingetreten ist. Ein Apparat zu diesem Zwecke würde nicht eben kostspielig seyn, und diese Kosten würden bald Interessen tragen; ein Kocher und Dampfröhren wären die vorzüglich nöthigen Stücke, außer demjenigen, was gewöhnlich auf jedem Meierhofe vorgefunden wird. Hürden können dazu dienen, daß die Garben darauf gelegt werden, und diese werden horizontal auf Gabeln oder Leitern, 18 bis 20 Zoll von einander, befestigt. Wachsleinewand oder Segeltuch müßte den Platz einschließen, durch welchen die erhitzte Luft aufsteigen, und um die Garben circuliren soll; und die verbrauchte Luft entweicht dann durch das Dach oder andere Orte, wo nun der Trockenplatz gerade angelegt ist, in die Atmosphäre über. Ein Malzofen mit Dampfapparat würde einen

*) Obgleich Dampfwärme vollkommen gesund und für dergleichen Zwecke dienlich ist, so wendet man doch in einigen Fällen andere Mittel an; in einem Hause, welches zum Trocknen des Zuckers bestimmt ist, wird eine gleichmäßige Wärme durch Oefen verbreitet; das Haus ist 50 Fuß lang und 22 tief, und die Oefen erwärmten eine Luftmenge, welche über die Oberfläche des Zuckers hinstrich, und theilten auch eine regelmäßige Wärme der Platten mit, auf welchen er ausgebreitet wird.

vortrefflichen Ort zum Trocknen des Getreides in einem nassen Jahre abgeben; und ich zweifle nicht, daß an vielen Orten der Gebrauch künstlicher Wärme eingeführt, und so der Verlust von gutem Getreide verhindert werde. Außerdem wird der Landmann bei der Kenntniß, wie er sein Korn gut erhalten kann, ruhiger seyn können: denn das Korn wird häufig sehr spät verderben, und geht durcheinander verloren. Die nämliche Vorrichtung kann auch beim Heu angewandt werden. Die Gewißheit der künstlichen Wärme muß dem Landmann eben so wohlthätig seyn, wie dem Seemann die Gewißheit der Kraft des Dampfes; und diese zwei Klassen von Menschen, welche bisher mehr als andre von den Jahreszeiten abhingen, werden große Wohlthaten von der Anwendung des Dampfes zu erwarten haben.

Nicht allein Landleuten dürfte ein Gefallen geschehen, wenn sie durch künstliches Trocknen das Korn in feuchten Jahren erhalten könnten, auch ganzen Völkern muß in diesen Fällen die Wirkung dieses Planes erwünscht seyn. Ungesundes Korn macht ein schädliches Nahrungsmittel aus, wie die Aerzte vermuthen, und das Uebel ist zu häufig ganz allgemein. Soll das Korn getrocknet werden, so muß es oft gewendet werden, und der Dampf frei entweichen können. Dadurch allein soll nach der neulichen Entdeckung von James Jones schon das Trocknen sehr gut von Statten gehen.

Anhang.

Ueber die Einrichtung von Rosten und offenen Feuerplätzen.

Es wird gewiß ein Vortheil einiger meiner Leser seyn, in Verbindung mit den vorhergehenden Details der Grundsätze, Wärme zu sparen, nun einige Bemerkungen über die Grundsätze der Einrichtung offener Feuerstätten zu lesen. Es wird diejenigen, welche diesen Gegenstand nicht selbst studirt haben, in den Stand setzen, zu wissen, ob ihre Roste u. s. w. nach guten Grundsätzen eingerichtet sind oder nicht; und solche zu wählen, welche der erforderlichen Form am nächsten kommen, und welche aus guten Materialien erbaut sind. Es wird ferner ein Nutzen seyn, wenn ihre Aufmerksamkeit auf einen so wichtigen Gegenstand gerichtet wird, indem ihnen nun ganz andere Ansichten vorgelegt werden.

Der Hauptzweck eines offenen Feuers ist, Wärme durch stralenden Wärmestoff auszutheilen; in dieser Hinsicht unterscheidet er sich von der Dampfheizung. Wir können eine Feuerstätte bilden, um Wärme durch Berührung auszutheilen; aber dieß ist ein Gegenstand für eine Nebenbetrachtung, oder kann auf jeden Fall erst nachher betrachtet werden, wenn man die geschickte Form und Einrichtung zur Ausstralung der Wärme kennen gelernt hat.

Heiße Körper senden nicht viel stralende Wärme aus, wenn sie auch bis zum Rothglühen kommen; das Feuer muß also hell brennen können; und es ist natürlich, daß so viel Oberfläche des Brennmaterials ausgelegt werden muß, als mit hellerm Brennen bestehen kann: folglich sollten die Schranken nicht größer seyn, als zur gehörigen Kraft nöthig ist; und kein Theil des Feuers sollte aus dem nämlichen Grunde in einem Kasten von Eisen eingeschränkt seyn.

Wir haben gesehen, daß ein helles Feuer ein Vortheil ist; und um dieses zu erhalten, müssen die Seiten der Feuerstätte zum wenigsten halb mit schlechten Leitern umgeben seyn; sonst würde die entwickelte Wärme durch Leitung so schnell fortgeführt werden, daß das Feuermaterial umsonst brennete, und die Wärme, welche ausgestralt werden soll, würde aufgehen, um die Wände hinter dem Feuer zu erwärmen. Eisen ist ein sehr mächtiger Wärmeleiter, und also sollte er um das Feuer herum so sparsam als möglich angewandt werden. Ziegelsteine sind hingegen schlechte Leiter, und werden daher mit großem Nutzen zu den Ringmauern der Feuerstätten gebraucht: aber Eisenhändler scheinen von dem Gebrauche des Eisens günstiger zu denken, — es werde Feuermaterial erspart und sei viel gesünder.

Aber wenn eine Feuerstätte aus schlechten Wärmeleitern erbaut, groß ist, und mit Material erfüllt, so ist die Wärme, sobald das Feuer hell auflodert, äußerst stark und verdorrend; wenn das Feuer in diesem Zustande für ein Zimmer oft zu mächtig ist, so ist es vielleicht kaum hinreichend, wenn die Verbrennung weniger vollkommen ist. Hiergegen ist ein leichtes Mittel, welches uns in den Stand setzt, eine größere Oberfläche heißer Materie, mit den nämlichen Raumtheilen Material, und einem niedrigen Wärmegrade darzubieten: es besteht darin, eine Quantität Feuerbälle, aus Thon gemacht und hart gebrannt zu gebrauchen. Sie werden in das Feuer gelegt, entweder in abwechselnden Lagen mit dem Brennmaterial, oder hineingeworfen, sobald das Feuer hell zu flackern und zu viel Wärme zu verbreiten anfängt. Sie bringen ihre Wirkung hervor, indem sie den Umfang der heißen Materie vergrößern, ohne selbst Wärme abzugeben; und durch diese Vermehrung des Raumes giebt eine größere Quantität einer heißen Oberfläche Wärme, und doch ist die Intensität vermindert. Aber man muß zugeben, daß dergleichen Feuerbälle äußerst lästig sind; sie machen eine Ersparniß des Feuerns schwierig, und wird das Feuer

vernachlässigt, so geht es rasch aus. Nun kann dieselbe Wirkung auch durch eine andre Art erzielt werden. Wenn ein Feuer von größerer Länge als 18 Zoll ist, so lasse man einen Theil der Hinterwand B, (Fig. 37. Taf. X.) etwas vorrücken, so daß sie ohngefähr 3 Zoll des vordersten Stabes des Rostes berührt. Dieser Vorwurf muß von guten Ziegelsteinen gebaut, und fest mit der Hinterwand verbunden seyn. Er läßt für eine hinlängliche Masse Feuer auf jeder Seite Platz; und die Oberfläche ist vermehrt, ohne Etwas zur Masse des brennenden Feuermaterials hinzuzuthun.

Wenn der Umfang des Feuers vermindert wird, indem man die Entfernung der Hinterwand von dem Roste weniger als ohngefähr 6 Zoll beträgt, so brennt das Feuer niemals angenehm; aber wenn man die größte Tiefe 6 oder 7 Zoll macht, und einen Vorwurf in der Mitte einrichtet, so erhält das Feuer Masse genug um gut zu brennen, ohne einen Ueberschuß von Feuermaterial, oder einer zu großen Hitze des Feuers.

Hat die Feuerstätte weniger als 18 Zoll in der Länge, so wird diese Einrichtung unnöthig, und schafft keinen Vortheil; auch sind die Feuerbälle niemals bei einem so kleinen Feuer von Vortheil, wenn die Feuerstätte auf die gehörige Weise und von den gehörigen Materialien gebaut ist.

Die Verbrennung muß in einem offenen Feuer langsam vor sich gehen, weil langsame Verbrennung günstig ist, Hitze auszustralen; aber sie darf nicht langsamer von Statten gehen, als es zu einem hellen Feuer nöthig ist. Der Hauptverlust von Wärme wird durch das Aufsteigen von warmer Luft aus dem Zimmer in die Esse herbeigeführt; gegen diesen Wärmeverlust muß man sich schützen, indem man den Schlund der Esse zusammenzieht, und den Mantel (des Kamins) näher zu dem Feuer herabbringt, wenn es nöthig ist, den Zug zu vermehren. Aber obgleich diese Methode in sehr vielen Fällen gut und nützlich seyn kann, so wird sie doch überall einer Ausgabe mehr wegen der

vermehrten Verzehrung von Brennmaterial verursachen. Die meisten unserer rauchigen Zimmer sind die Folge der zu weiten Essen: — sie mußten sonst groß genug seyn, daß ein Feueressenkehrer durchfegen konnte; aber nach der jetzigen Methode die Essen zu kehren, braucht man dieß nicht. Ferner wurden sie alle für alle Arten der Zimmer gleich groß und weit gemacht, die Feuer brauchten nun groß oder klein zu seyn, und nur für Küchenfeuer wurden sie von größerm Umfange gemacht. Der Leser, welcher Art. 93. 94 und die Note gehörig beachtete, wird leicht begreifen, daß, wenn eine Esse für ein Feuer zu groß ist, entweder ein großer Wärmeverlust Statt finden muß, indem die Luft, welche hinreicht, die Esse mit einem aufsteigenden Strome zu füllen, erwärmt wird; oder daß es in Folge des Rauches, welcher schwerer als gemeine Luft von derselben Temperatur ist, in einer weiten Esse sich oft ereignen muß, daß der Rauch aufgehalten und abgekühlt wird, und statt vom Feuer aufzusteigen, in das Zimmer ausströmt. Wenn alle Essen von dem nämlichen Umfange gemacht sind, so kann nur theilweise dem Uebel abgeholfen werden, und das Wirksamste ist, die Oeffnung an der Spitze der Esse zu der gehörigen Weite zusammenzuziehen. Um das Verhältniß festzustellen, habe ich beobachtet, daß für jede 3 Zoll Länge eines Rostes von den gewöhnlichen Verhältnissen, wir ein Pfund Kohle für die Stunde als Mittel ansehen können, aber daß sie anfangs die doppelte Quantität Rauch im Mittel giebt; der wirkliche Ueberschuß der Temperatur in der Esse ist etwa 8^0, wenn diese Quantität Feuermaterial nöthig ist; folglich scheint es (nach Art. 93.), daß die Durchschnittsfläche der Esse hinreichend seyn muß, um $\frac{450}{3}$ Cubikf. Rauch in 1 Stunde für jeden Zoll Länge des Rostes entweichen zu lassen; und gestatten wir die nöthige Zugabe für Lüftung, so haben wir folgende einfache Regel: —

Regel. — Man nehme die Länge des Rostes in Zollen 17 Mal, dividire das Product mit der Quadratwurzel der Höhe der Esse in Fuß; und der Quotient ist die Durchschnittsfläche für die Oeffnung an dem Ende der Esse in Zoll *).

Ist die Esse schon ausgebaut, so kann sie leicht zum erforderlichen Durchschnitt auf diese Weise reducirt werden: Man lasse eine Kappe von Kupfer oder Eisenblech so fertigen, daß sie in den über das Dach stehenden Essenkegel eingeschoben werden kann. Die Form, welche für diesen Zweck am besten paßt, zeigt Fig. 38.; dieselbe zeigt einen Durchschnitt einer Esse mit der einengenden Kappe. AB ist die Oeffnung, wie sie nach der Regel proportionirt ist; CA die geneigte conische Oberfläche, welche oft die Wirkung des Windes, den Rauch niederzudrücken (Art. 75), aufhebt; DE zeigt die abgerundete Form, welche die innere Fläche hat, um Ecken zu vermeiden und den Rauch in einer leichten krummen Linie nach dem Ausgange zu richten; doch finde ich ein Stück, BD, von dem erforderlichen Durchmesser für nöthig.

Beispiel. — Ich habe einen Rost von 15 Zoll mit einer Esse von 36 Fuß Höhe, in welcher die verengende Kappe anzubringen ist. Also $17 \times 15 = 255$, die Quadratwurzel von 36 ist 6, also $\frac{255}{6} = 42\frac{1}{2}$ Quadratzoll gehören für die Durchschnittsfläche der Kappe

---

*) Wenn wir die Gleichung, Art. 94. Note, wieder aufnehmen, so haben wir $l \times \frac{212}{3} = B$, $t' = 9^{\circ}$ und $t - t \times 8^{\circ}$; $\frac{15{,}8\,l}{\sqrt{h}} = a$. Wenn l die Länge des Rostes in Zollen ist, h die Höhe vom Feuer zum Ausgange der Esse in Fuß, und a die Durchschnittsfläche des Ausgangs in □ Zollen. Aber eine gewisse Menge Luft muß durch Lüftung entweichen; und da unsere Grundsätze (Art. 61.) ungefähr 250 Cubikf. für jede 3 Zoll in der Länge des Rostes geben, so erhalten wir $\frac{17\,l}{\sqrt{h}} = a$; dieß ist die Regel im Texte.

an ihrem Ende (AB); der Diameter eines Cirkels von 42½ Zoll Fläche ist beinahe 6½ Zoll: also muß der Durchmesser AB 6½ Zoll groß gemacht werden, wenn er ausreichen soll für ein Feuer, das auf einem 15 Zoll langen Roste und unter einer 36 Fuß hohen Esse brennt. Wenn diese Kappe von römischen Kitte gemacht wird, so wird sie viel besser und länger aushalten.

Ist die Oeffnung der Esse gehörig regulirt, so ist ein Register im Schlunde der Esse unnöthig; und man muß auch um ein Feuer so wenig als möglich Maschinerie haben. Ich bringe die Verengung an der Spitze an, um den Widerstand zu vermindern, welchen entweder der Wind, oder die Luft auf den aufsteigenden Rauch ausübt, um zu verhüten, daß die Esse durch doppelte Luftströme abgekühlt werde, — welches man oft in weiten Essen finden wird, und um den Verlust der Wärme zu reduciren, welche erfordert wird, um in einer weiten Esse einen Rauchzug zu bewerkstelligen. Wenn man nur im Schlunde eine Verengung anbringen wollte, so würde die Kraft aufsteigen bei dem ersten Anlaufe, um so zu sagen gebrochen werden — es ist wie die Verengung der Oeffnung einer Röhre, welche einen Stral geben soll — außerdem läßt eine weitere Oeffnung, als nöthig ist, Regen, kalte Luft u. s. w. zu, welches alles den Rauch nicht aufsteigen oder gar niedersteigen machen.

Die Verengung nahe über dem Feuer, sollte etwa die nämliche seyn, wie am Ende der Esse, und alle eckigen Formen vermieden werden; der Essenschlund darf keine größere Weite, als die Länge des Rostes haben, und so gelegen seyn, daß der Rauch fast in aufrechter Richtung aufsteigen kann, und damit die erwärmte Luft, welche unter den Mantel (des Kamines oder der Esse) geht, in die Esse einströmt, kann sie einer krummen Oberfläche folgen, bis sie sich mit dem Rauche mengt, und aufsteigt. Die punctirten Linien BD (Fig. 37.) zeigen die Gestalt des sich verengenden Schlundes in einer Richtung; die vordere Fläche muß

eben so gerundet, die hintere aber kann gerade seyn. Sind auch diese Anleitungen zu kurz, so wird doch ein wenig Aufmerksamkeit auf die Bewegung der Flüssigkeiten junge Leute besser über ihre Meinung unterrichten, als ein Dutzend Beispiele; Schriftsteller über Hydraulik und Pneumatik werden ihn in einigen Graden vorbereiten, seine eigenen Beobachtungen zu machen; aber auf diesen beruht das Meiste. Ein wenig Rauch oder Dunst kann angewandt werden, um die Wirkung der Verstopfungen und der entgegengesetzte Ströme sichtbar zu machen; ein Kunstgriff wird zu andern führen; und ein untersuchter Fall den Vortheil, andre zu studiren, zeigen; und das Resultat wird ein Gefühl von wahrer Kenntniß der Natur jeder Statt findenden Wirkung seyn, welches Vertrauen und Kraft sowohl im Entwerfen als im Ausführen giebt.

Ein Rost muß so wenig als möglich die Stralung der Wärme vom Feuer hemmen, die Stuben dürfen nicht größern Umfang haben, als zu gehörigen Widerstand nöthig ist; auch sollte nicht ein massives Stück von Metall, wie bei C (Fig. 37.) zwischen dem Rost und dem Aschenherde befindlich seyn. Wünscht man, die Asche nicht zu sehen, so entspricht ein Gitter EE, vor dem untern Theil der Feuerstätte, (wie man es Fig. 37. sieht) dem Zwecke, ohne die Stralung zu unterbrechen, welche in Erwärmung des Herdes am wirksamsten ist. Hier wird es auch vortheilhaft seyn, den Platz, wo das Feuer brennt, nach hinten zu etwas tiefer zu machen, etwa im Verhältniß von 1 Zoll zu 6 Zoll — dann wird die Asche nach hinten fallen. Die Gestalt der Roststäbe ist auch etwas verbessert, sowohl um die Stralung weniger aufzuhalten, als auch um die Asche durch die Roste leichter durchzulassen. Die Form, welche ich vorziehen würde, sieht man Fig. 39.: B ist die Vorderseite des Roststabes, und D der Theil, welcher dem Feuermaterial zunächst liegt: Cylinder, die auf die obere

Seite A gelegt würden, könnten nicht nach vorn rollen, und der Vortheil, daß sie weniger Verstopfung darböten, ist offenbar (?).

Es ist gesagt worden (S. 169.), daß nur eine kleine Quantität Metall dem Brennmaterial in Berührung kommen dürfe; aber hier ist kein Hinderniß, metallische Oberflächen zu gebrauchen, so daß sie als Wärmereflectoren wirken können; nur darf kein Metall mit dem Roste in Verbindung seyn. Die Seiten der Feuerstätte H,H (Fig. 40.), werden gewöhnlich in einer schiefen Stellung angebracht, nach dem vom Grafen Rumford vorgeschlagenen Plane, dessen Absicht es war, ihnen eine solche Stellung zu geben, um Wärme in das Zimmer zu reflectiren. Aber um einen Vortheil durch Reflection zu gewinnen, muß die Materie, aus welcher sie gebildet worden, im Stande seyn, den größten Theil der Wärme, welchen sie aufnehmen, wieder fortzustralen; anstatt daß wir sie gewöhnlich mit geschwärzter Oberfläche finden. Glänzende oder polirte Oberflächen sind die besten Wärmereflectoren; und Prof. Leslie hat gezeigt, daß Messing ein stärkerer Reflector ist als Stahl, und also besser zu Verzierungen rundum die Feuerstätte sich schickt, als dieser. Ueberglaste Oberflächen von einer lichten Farbe, sind gute Reflectoren; und wenn die Seiten des Kamines mit Wedgewood von gefälligen, geschmackvollen Formen ausgelegt werden, so würde ein großer Theil der Wärme zurückstralen, und ein neues und gefälliges Ansehen den Feuerstätten gegeben werden. Ich habe von einer lichten Farbe gesprochen, aber vollkommen Weiß muß man vermeiden, weil es zu blendend ist, und also den Augen nicht so sehr wohlthut, als andre Farben.

Um die Seitenwände H,H in ihrer Stellung zu bestimmen, so daß sie am Besten als Wärmereflectoren der Flamme in das Zimmer dienen können; wollen wir F als den Brennpunct des Feuers betrachten; und stießen DA mit DE unter einem Winkel von 45° zu-

sammen, so wird die Wärme von einer Flamme im Brennpuncte F in das Zimmer in der Richtung, welche mit der Linie DE parallel läuft, reflectirt werden. DE ist hier die vordere Seite des Herdes. Der Einfallswinkel muß dem Reflectionswinkel gleich seyn: diese Bedingung ist zu erfüllen. Das Nämliche wird von jedem Theile der Flamme in jedem andern Theile des Feuers Statt finden. Also um die Seitenwände so zu stellen, daß sie mit Vortheil Wärme in das Zimmer reflectiren, nehme man E, die Mitte der Vorderseite des Herdes, und ED als die Hälfte der Weite, welche man für hinlänglich hält; auf E errichte man die Senkrechte AE, und mache sie DE gleich; sodann verbinde man beide Linien durch die Linie DA, und dieß ist die Richtung, welche der Seitenwand zu geben ist. Eine größere Schiefheit würde noch viel wirksamer seyn, weil die Stralen dadurch mehr in das Zimmer zerstreut würden; aber sie ist in anderer Hinsicht nicht gut anwendbar. Die Hinterwand ist gewöhnlich ganz gerade; aber wenn auch das Feuer klein ist, so ist es ein Vortheil, die Hinterwand zu brechen, und einen stumpfen Winkel e zu bilden; in diesem Winkel sammelt sich der Rauch, und steigt mit weniger Aufenthalt in die Höhe, als wenn er über eine flache Oberfläche zerstreut wäre. Es ist nicht nothwendig, daß die Form des Feuers durch die Stellung der Seitenwände regulirt werden sollte, weil seine Gestalt auf das Zurückstralen keinen Einfluß hat; im Gegentheil müssen spitzige Winkel vermieden werden, und das Brennmaterial muß so viel als möglich in Masse zusammengehalten werden. Der Umfang des Feuers, in der Figur durch die Buchstaben a, b, c, d angegeben, ist mit so spitzigen Winkeln angegeben, als sie eben gemacht werden dürfen.

Die Höhe des Rostes von der Flur des Zimmers ist ein Gegenstand von Wichtigkeit; ist er zu niedrig gestellt, so geht fast alle Wärme in den Herd. Ist er zu hoch angelegt, so wird das Gesicht einer

Person versengt, während eine zu geringe Portion Wärme zum Fußboden gelangt, um ein Zimmer angenehm und gesund zu machen; aber ein hoher Mantel hat einigen Nutzen, eine wirksamere Lüftung hervorzubringen. Nach einer aufmerksamen Betrachtung der Gründe, welche bei diesem Gegenstande leiten müssen, bin ich der Meinung, daß der oberste Roststab nicht weniger als 20 Zoll über der Flur seyn darf; und es möchte auch nicht gut seyn, über 2 Fuß zu gehen. Und wenn der niedrigere Theil des Feuers nicht in einer Masse von Metall brennt, so wird ein übergroßes Zuströmen von Wärme über die Flur bei größerer Höhe Statt haben. Der Raum zwischen dem höchsten Roststabe und dem Mantel wird sich nach dem Umfange des Zimmers und dem Zug der Esse richten, und in gewöhnlichen Fällen wird sie 15 bis 16 Zoll ohngefähr betragen.

Die Proportionen der Roste für verschiedene Zimmer, will ich nur nach Beobachtung geben, weil es einige accuratere Versuche, als ich bis jetzt angestellt habe, erfordert, um diese Verhältnisse auf eine Regel zurückzuführen, indem man die ersten Grundsätze aufsucht. Eine solche Untersuchung ziehe ich immer vor, und betrachte ihre Vergleichung mit der Praxis als eine Art Probe, ob die Grundsätze, die man erhalten hat, wahr seyn können; aber ich hatte mich in Hinsicht der Mittel, die ich zu meinen Versuchen, um ein genaues Maas der Wärmeabnahme zu erhalten, gewählt hatte, geirrt; und hatte keine Gelegenheit wieder, sie zu erneuern.

Wenn die Länge der Vorderseite des Rostes für jeden Fuß in der Länge des Zimmers einen Zoll gemacht wird; und die Tiefe von der Vorderseite nach hinten einen halben Zoll für jeden Fuß der Breite des Raumes, so wird man diese Verhältnisse in den gewöhnlichen Fällen der Wahrheit ziemlich nahe finden. Wenn die Länge des Raumes so groß ist, daß der Rost länger als 2½ Fuß seyn müßte, so sind

zwei Herde oder Kamine nöthig; und in diesem Falle können dieselben Verhältnisse angewandt werden, nur unter zwei Roste getheilt.

Die Lüftung eines Zimmers, welches vermittelst eines offenen Feuers erwärmt wird, ist immer mangelhaft *); weil die Luft, welche durch Athmen u. s. w. verunreinigt worden ist, nicht durch die Essen, wie sie gewöhnlich gebaut werden, entfernt werden kann. (S. Art. 62.) Man hat diesen Mangel unserer Wohnzimmer durch verschiedene Mittel zu verbessern gesucht; allein alle, von welchen ich gehört oder gelesen habe, sind schlecht, entweder ganz unwirksam, oder bringen Rauch zu Wege. Mechanische Processe sind lästig, machen Mühe und werden daher vernachlässigt; sonst würde die Sache leicht zu Stande gebracht werden können. Die Wärme eines andern Feuers anzuwenden, als das, welches das Zimmer erwärmt, um es zu lüften, machte zwei Feuer anstatt einem nöthwendig, und brächte doch am Ende nicht die gewünschte Wirkung hervor. Ich will aber ein Mittel vorschlagen, welches ohne Zweifel von großem Nutzen seyn muß.

---

*) Ein Versuch, welchen Daniell angestellt hat, erläutert diesen Punct recht gut; er beschreibt ihn in seinen Meteorolog. Versuchen also: „Wenn die Temperatur eines Zimmers 6° ist, so fand ich den Verdichtungspunct bei 3°. Nun wurde ein Feuer angemacht, Thür und Fenster geschlossen, und keine Luft eintreten gelassen: das Thermometer stieg auf 10°, aber der Verdichtungspunct blieb derselbe. Eine Gesellschaft von 8 Personen nahm hierauf das Zimmer für einige Stunden ein und das Feuer wurde fort erhalten; die Temperatur stieg auf 12° und der Verdichtungspunct auf 9°.“ Dieser Versuch zeigt, daß des beständigen Luftzuges durch die Esse ungeachtet, die Quantität Dunst so lange vermehrt wurde, bis die Luft im Zimmer fast damit gesättigt war. Er wäre entfernt worden, so wie er sich gebildet hätte, wenn die Lüftung im obern Theil des Zimmers vor sich gegangen wäre, und die Ausflüsse und die unreine Luft mit fortgenommen hätte.

Wenn ein umgekehrter Heber mit dem einen Schenkel in die Esse eingelegt wird, so nahe an das Feuer, daß die Luft in diesem Schenkel wärmer würde, als die Luft im andern Schenkel, so würde eine Bewegung hervorgebracht werden; denn die Luft würde im warmen Schenkel aufsteigen, und in die Esse emporgehen, und ein niedersteigender Strom im kalten Schenkel würde die Luft aus dem Zimmer ziehen.

Um die Anwendung dieses Grundsatzes erfolgreich zu machen, muß der Mund der Röhre nahe an die Decke des Zimmers angebracht werden; der untere Theil der Krümmung muß so viel als möglich unter dem Puncte, wo die Wärme einwirket, sich befinden; und die Oeffnung, durch welche die Luft in die Esse ausströmt, muß so eingerichtet seyn, daß keine Asche in die Röhre fallen kann — auch muß der Mund der Röhre ein Register haben, um es schließen oder die Lüftung reguliren zu können. Man lasse also A den Mund der Röhre mit seinem Register an der Decke des Zimmers seyn (Fig. 41.); so ist C der Ort, wo der Schenkel in die Esse ausgeht, und mit der Seite oder der Hinterwand des Rostes in Berührung kommt; B ist der niedrigste Theil der Krümmung, und D der Mund der Röhre in der Esse mit einem umgekehrten Kegel, um das Hineinfallen von Asche und Ruß zu verhindern. So eine Röhre kann leicht in den Winkel des Kamines gelegt, oder auch durch die Mauer hindurchgeführt werden. Der Arm oder Schenkel, welcher in die Esse geht, muß dem Feuer so nahe als möglich gebracht werden, damit er eine beträchtliche Wärme aufnehmen kann.

Tabellen.

Erste Tabelle:

Ueber die Menge Feuermaterial, welche einen Cubikfuß Wasser um 1° R. erwärmen, und welche eben so viel Wasser in Dampf verwandeln kann.

Namen des Materials.	Menge in Pfund, welche 1 Cubikf. Wasser um 1° erwärmt.	Menge in Pf., welche 1 Cubikfuß Wasser in Dampf verwandelt.
Beste Schieferkohle	0,018879	8,4
Splint coal		
Kohle von Staffordshire *) .	0,025168	11,2
Rußkohle	0,049427	22,0
Holz (trocken tannenes)	0,043146	19,25
— (= = buchenes)	0,060674	27,0
— (= = eichenes)	0,067416	30,0
Torf (gute Qualität)	0,020449	53,6
Holzkohle	0,023820	10,6
Coks	0,017303	7,7
Präparirter Torf	0,051686	23,0

Ein Scheffel Schieferkohle wird gewöhnlich 84 Pf. geschätzt, und 1 Cubikfuß ohngefähr 50 Pf.; ein Cubikf. fester Kohle wiegt 79,3 Pf. Ein Londoner Chaldron hat 36 Scheffel, nimmt einen Raum von $62\frac{1}{4}$ Cubikfuß ein, und wiegt etwa 28 Ctr. Ein Chaldron Schieferkohle wiegt 53 Ctr.

*) Splint coal und die Kohle von Staffordshire sind Schieferkohlen.

Zweite Tabelle.

Ueber die specifische Wärme, specifische Schwere und die Gewichte eines Cubikfußes verschiedener gasiger Körper und Dämpfe.

Temperatur 8° R. Barometer 28′.					
Namen der Körper	Specifische Schwere.		Gewicht eines Cubikfußes.	Specif. Wärme gleicher Gew.	Specif. Wärme gleicher Räume.
Wasserstoffgas . .	0,0689	B.	55,6918	3,2960	0,00029
Kohlenwasserstoffgas	0,5590	—	452,1621		
Ammoniakalgas . .	0,5912	—	478,2188		
Wasserdunst *) . .	0,6207		501,65	0,8470	0,00063
Stickstoffgas . . .	0,9727	—	786,7944	0,2884	0,00033
Kohlenoxyd = Gas .	0,9760	—	789,4636	0,2754	0,00032
Oelbildendes Gas .	0,9804	—	793,0228	0,4207	0,0005
Atmosphärische Luft	1,0000		808,8768	0,2669	0,00031
Stickstoffoxyd = Gas	1,0392	—	840,5036		
Sauerstoffgas . . .	1,1026	—	891,8678	0,2361	0,000312
Schwefeldampf . .	1,1036	†	892,6764		
Schwefelwasserstoffgas	1,1810	B.	955,2833		
Salzsaures Gas .	1,2780	—	1033,7445		
Kohlensaures Gas .	1,5240	—	1232,7283	0,2210	0,0004
Stickstoffoxydalgas	1,5270	—	1235,1549	0,2369	0,00032
Alkoholdunst . . .	1,6133	G.	1304,9610	0,5860	
Schwefelkohlenstoffdunst	2,6447	—	2139,2360		
Schwefelsaurer Dunst	2,7770	O.	2246,2506		
Terpentinöldunst .	5,0130	G.	4054,9000		

B. = Berzelius. G. = Gay = Lussac. O. = Engl. Original. † = Leopold Gmelin Handb. der th. Ch.

---

*) Wasserdunst ist zusammengesetzt aus 1 Volumen Sauerstoffgas und 2 Volumen Wasserstoffgas, die in 2 Volumen condensirt werden; daraus berechnet sich das Gewicht des Wasserdunstes $\frac{(2 \times 55{,}7) + 891{,}9}{2}$ = 501,65 Gran.

(Statt der Angaben des Originales habe ich hier die neueren Angaben von Berzelius benutzt; einige derselben beruhen auf directen Wägungen, die Berzelius in Gesellschaft des Franzosen Dulong anstellte, andre auf Berechnung, welche jedoch nicht viel von den Versuchen abwichen. Die absoluten Gewichte der Gase habe ich aus dem specifischen Gewichte der Gase berechnet, und dazu das absolute Gewicht der atmosphärischen Luft zum Grunde gelegt. Dieses fand ich so: Nach einem Mittel aus mehreren Angaben wiegt 1 Cubikzoll atmosphärische Luft unter den normalen Umständen = 0,4681 Gran (Berzelius Lehrbuch der Chemie I. 240.). 0,4681 . 1728 (als der Anzahl von Cubikzollen, die in 1 Cubikfuß bekanntlich enthalten sind) = 808,8768. Da dieß allzusehr von dem Originale abwich, so berechnete ich dasselbe aus dem relativen Gewichte gegen Wasser. 1 Cubikfuß Wasser wiegt bei 8° R. 28′ Bar. = 645704 Gr. Franz. (Dr. Ure's Wörterbuch d. pract. Ch., am Ende). Das spec. Gewicht der atmosphär. Luft verhält sich aber gegen Wasser bei 8° R. und 28′ Bar. wie 0,00126 : 0,99974; daraus folgt

99974 : 126 = 645704 : (813,8 = ein Cubikfuß Luft.

Ich hielt also meine Rechnung für richtiger und bin also vom Originale ganz abgegangen. Der Verfasser hat die absoluten Gewichte aus Thomsons Syst. d. Ch. (übers. v. Wolff. Berlin 1811. V. 443.) genommen;

	berechnet geben sie:		Original.
Wasserstoffgas	45,1008	—	36,6
Kohlenwasserstoffgas	321,4080	—	291,4
Ammoniakalgas	322,6176	—	310,0
Wasserdunst	337,3506	—	329,4
Oelbildendes Gas	486,9504	—	513,3
Kohlenoxydgas	512,1792	—	512,4
Stickstoffgas	524,2752	—	512,4
Atmosphärische Luft	535,6800	—	527,0
Schwefeldampf		—	585,5
Stickstoffoxydgas	586,1376	—	548,9
Sauerstoffgas	584,4096 590,8032	—	585,5
Schwefelwasserstoffgas	582,1312 662,1796	—	621,9
Kohlensaures Gas	803,5200 816,6528	—	803,8
Stickstoffoxydulgas	858,6432	—	804,2
Alkohol-Dunst	1124,9280	—	850,2
Schwefelkohlenstoff-Dunst		—	1393,8
Schwefelsaurer Dunst		—	1463,6
Terpentinöl-Dunst		—	2632,0

Woher diese niedrigen Angaben kommen, weiß ich nicht. Der Uebers.)

Die Angaben über die specifische Wärme sind, mit Ausnahme derjenigen über Alkoholdunst, von Laroche und Berard (Dict. de Phys. II. 201. Encyclop. Méthod.). Die Angabe über die specifische Wärme des Alkoholdunstes ist von Dalton. In der einen Columne ist das Gewicht, in der andern das Volumen des Wassers als Einheit genommen.

In den Regeln dieses Werkes ist die mittlere specifische Wärme der Luft zu 0,297 nach dem Gewichte, zu 0,00035 nach dem Volumen angenommen, weil die Angaben der Tabelle für die Praxis zu gering sind.

Dritte Tabelle.

Ueber die Ausdehnung verschiedener fester Körper, die Ausdehnung derselben bei 0° zu 1,00 gesetzt.

Substanzen.	Größe bei 80° R.	Beobachter.
Palladium	1,00100000	Wollaston.
Platina	1,00085655	Borda.
	1,00099180	Troughton.
	1,00085700	Guyton Morveau.
	1,00098390	Dulong und Petit.
Gold	1,00140100	Ellicot.
	1,00131100	Berthoud.
	1,00147500	G. Morveau.
feines (de départ)	1,00146606	Lavoisier.
nicht geglüht	1,00155155	= =
geglühet	1,00151361	= =
Silber	1,00197800	Ellicot.
	1,00207000	Herbert.
	1,00190500	Berthoud.
	1,00198800	G. Morveau.
	1,00208260	Troughton.
Kapellensilber	1,00190974	Lavoisier.
Pariser . . .	1,00190868	= =
Eisen	1,00114600	Ellicot.
	1,00117200	Herbert.
	1,00119200	Berthoud.
	1,00110000	G. Morveau.
Draht	1,00140100	Troughton.
	1,00123504	Lavoisier
Schmiedeeisen	1,00122045	= =
	1,00125833	Smeaton.
	1,00115600	Borda.
	1,00114560	Schwerd.
	1,00115600	Tralles.
	1,00111155	Augustin.
	1,00111545	= =
	1,00112330	= =
	1,00114550	= =
	1,00144600	Hällström.
	1,00126660	Dulong und Petit.
	1,00116800	Horner
Gußeisen	1,00110940	Roy
Stahl, gehärtet . .	1,00122500	Smeaton.

Substanzen.	Größe bei 80° R.	Beobachter.
Stahl, gehärtet	1,00137500	Berthoud.
bei 30° angelaufen	1,00136900	Lavoisier.
desgleichen	1,00138600	= =
bei 65° angelaufen	1,00123956	= =
weicher	1,00107500	Ellicot.
	1,00118990	Troughton.
	1,00115000	Smeaton.
	1,00107875	Lavoisier.
	1,00107956	= =
	1,00110400	Berthoud.
Stahlstange	1,00114470	Roy.
	1,00116000	de Luc.
Steierscher	1,00115200	Horner.
Huntsman Stahl	1,00107400	= =
Fischerscher aus Schafhausen . .	1,00111200	= =
Kupfer	1,00171000	Ellicot.
geschlagenes . . .	1,00170000	Smeaton.
	1,00191880	Troughton.
	1,00179000	G. Morveau.
	1,00178400	Borda.
	1,00172244	Lavoisier.
	1,00171222	= =
	1,00184110	Dulong u. Petit.
	1,00170900	Horner.
Messing	1,00182300	Ellicot.
	1,00193332	Smeaton.
Draht	1,00188500	Herbert.
gegossenes	1,00187500	Smeaton.
	1,00193400	Berthoud.
	1,00186671	Lavoisier.
	1,00188971	= =
engl. Stabmess.	1,00189280	Roy.
Hamburger . . .	1,00185540	=
Tyroler Tafelm.	1,00190300	Horner.
Wismuth	1,00139167	Smeaton.
Bronze	1,00181667	= =
16 Th. Messing + 1 Th. Zinn . . .	1,00190833	= =
Spiegelmetall . . .	1,00193333	= =
Zinkloth, 1 Th. Zink + 2 Th. Kupfer	1,00205833	= =

Substanzen.	Größe bei 80° R.	Beobachter.
Klempnerloth . . .	1,00250533	Smeaton.
Spießglanz	1,00108330	" "
Zinn, gemeines . .	1,00248330	" "
feines . . .	1,00228330	" "
	1,00232200	Herbert.
	1,00255700	Berthoud.
	1,00216400	G. Morveau.
	1,00209300	Horner
Zinn von Fallmouth	1,00217298	Lavoisier.
Malacca	1,00193765	" "
Blei	1,00288200	Ellicot.
	1,00286667	Smeaton.
	1,00287300	Herbert.
	1,00308600	Berthoud.
	1,00271900	G. Morveau.
	1,00284836	Lavoisier.
	1,00290200	Horner.
Zink, gegossen . . .	1,00294167	Smeaton.
	1,00305100	G. Morveau.
	1,00296800	Horner.
gehämmert .	1,00310833	Smeaton.
Glas, weißes . . .	1,00083333	" "
	1,00094400	Herbert.
	1,00099100	Berthoud.
	1,00086100	Dulong u. Petit.
Stab	1,00080787	Roy.
Röhre. . . .	1,00077615	"
Gemeine Glasröhre	1,00087572	Lavoisier.
desgl. andre . .	1,00089760	" "
desgl.	1,00091751	" "
Engl. Flintglas . .	1,00081166	" "
Franz. — . .	1,00087199	" "
Dünne Glasröhre .	1,00092100	Horner.
v. 0, 2Lin. Dicke	1,00091300	" "
Massive Stange . .	1,00091900	" "
	1,00092500	" "
Eis	1,02451200	P. Heinrich.
Tannenkohle	1,00100000	" "
Eichenkohle	1,00120000	" "

(Ich habe diese Tabelle aus Gehler's Phys. Wörterbuche, neu bearbeitet von Brandes u. s. w. Leipz. 25. 1r B. S. 582 ff. genommen, und sie an die Stelle der Tabelle gesetzt, welche hier im Originale steht. Diese enthält 4 Columnen über die spec. Wärme, dem Gewicht und dem Umfange nach, über die spec. Schwere und endlich über die Ausdehnung innerhalb der festen Puncte des Thermometers. Da sie alle mehr oder weniger mangelhaft sind, da ferner die drei ersten Columnen nichts enthalten, was mit dem im Buche abgehandelten Gegenstande in genauer Verbindung stände, so glaubte ich sie auslassen zu können, für die letztere Columne hingegen vollständigere Angaben geben zu müssen. Daß diese bei verschiedenen Berechnungen, die hier unternommen werden müssen, sehr viel nützen können, wird jeder einsehen, welcher das Buch nur durchblättert hat.

Der Uebers.)

Vierte Tabelle.

Ueber die Quantität Dampf, welche eine gegebene Länge Röhre füllt, und über die Länge der Röhre, welche einen Cubikfuß Oberfläche darbietet.

Durchmesser der Röhre. in Zoll	Länge der Röhre, in welcher 1 Cubikf. Dampf enthalten ist. in Fuß	Menge des Dampfes in 1 Fuß Länge der Röhre. in Cubikfuß	Länge der Röhre, welche 1 □ Fuß Oberfläche darbietet. in Fuß
1	183	0,00545	3,28
1½	81	0,01225	2,18
2	46	0,02182	1,63
2½	29,2	0,034	1,31
3	20,3	0,049	1,09
4	11,5	0,0873	0,82
5	7,3	0,1363	0,66
6	5,1	0,1964	0,55
7	3,7	0,267	0,47
8	2,9	0,349	0,41
9	2,25	0,442	0,36
10	1,83	0,545	0,33

Beispiele. — 1) Es soll 92 Cubikf. Dampf in 4zolligen Röhren enthalten seyn. 11,5 Fuß einer 4zolligen Röhre enthalten 1 Cubikfuß Dampf; $\frac{92}{11,5} = 8$ Fuß dieser Röhre enthalten also 92 Cubikfuß Dampf. Oder man kann auch so verfahren, 1 Fuß Länge einer 4zolligen Röhre enthält 0,0873 Cubikfuß Dampf; also muß 0,0873 × 92 = 8,03 Fuß lang die 4zollige Röhre seyn.

2) Ein Raum erfordere 200 □ Fuß Oberfläche einer Dampfröhre. Wie lang wird also eine 4zollige Röhre seyn, um diese Quantität Oberfläche zu haben? 0,82 Fuß einer solchen Röhre hat 1 □ Fuß Oberfläche, also: 0,82 × 200 = 164 Fuß Länge muß eine 4zollige Röhre haben, um 200 □ Fuß Oberfläche darzubieten.

Fünfte Tabelle.

Ueber die Ausdehnung der Luft und andrer gasigen Flüssigkeiten und Dämpfe, wenn sie nicht mit feuchten Körpern in Berührung sind.

Temperatur.	Umfang.	Temperatur.	Umfang.
+ 12°	10000000	12°	1,0000000
11	9953125	13	1,0046875
10	9906250	14	1,0093750
9	9859375	15	1,0140625
8	9812500	16	1,0187500
7	9765625	17	1,0234375
6	9718750	18	1,0281250
5	9672875	19	1,0328125
4	9626000	20	1,0375000
3	9578125	21	1,0421875
2	9537250	22	1,0468750
1	9484375	23	1,0515625
0	9437500	24	1,0562500
— 1	9390625	25	1,0609375
2	9343750	26	1,0656250
3	9296875	27	1,0703125
4	9250000	28	1,0750000
5	9203125	29	1,0796875
6	9156250	30	1,0843750
7	9109375	31	1,0890625
8	9062500	32	1,0937500
9	9015625	33	1,0984375
10	8968750	34	1,1031250
11	8921875	35	1,1078125
12	8875000	36	1,1125000
13	8828125	37	1,1171875
14	8781250	38	1,1218750
15	8734375	39	1,1265625
16	8687500	40	1,1312500
17	8640625	41	1,1359375
18	8593750	42	1,1406250
19	8546875	43	1,1453125
20	8500000	44	1,1500000
21	8453125	45	1,1546875
22	8406250	46	1,1593750
23	8359375	47	1,1640625
24	8312500	48	1,1687500
25	8265625	49	1,1734375
		50	1,1781250

Erläuterung der fünften Tabelle.

Da eine sehr einfache und doch für practische Zwecke hinlänglich genaue Formel zur Berechnung der Ausdehnung von gasigen Flüssigkeiten sehr nöthig ist, so will ich kurz eine entwickeln, und sie mit den Beobachtungen von Dulong und Petit vergleichen.

Man lasse T die Temperatur, B den Umfang seyn, und $\frac{B}{n}$ die Zunahme desselben, welche bei 1 Grade Wärme Statt hat; und angenommen, die Zunahme des Raumes sei für jeden Wärmegrad die nämliche, so wird die Ausdehnung von einer Temperatur x, zu einer andern t, seyn $\frac{B(t-x)}{n}$; und der Umfang bei x wird seyn $B + \frac{B(x-T)}{n} = \frac{B}{n}(n+x-T) = A$ oder $\frac{nA}{n+x-T} = B$; und indem man diesen Werth von B in der Formel $\frac{B(t-x)}{n}$ substituirt, und zu A addirt, als dem Umfange bei x, so haben wir $A \frac{A(t-x)}{n+x-T} = A\left(\frac{n+t-T}{n+x-T}\right)$ = dem Umfange bei der Temperatur t wo A der Umfang bei x ist; es mag sich das Gas ausgedehnt oder zusammengezogen haben *).

Wenn der Umfang B bei 0° R. genommen ist, dann ist $T = 0$ und n ist 213,2; daraus wird unsre Gleichung $A\left(\frac{213{,}2+t}{213{,}2+x}\right)$ = dem Volumen bei der Temperatur t, wenn A das Volumen bei x ist.

In der folgenden Tafel sieht man die Uebereinstimmung dieser Gleichung mit dem Versuche; und die Tabelle, welche dieser Erläuterung vorsteht, ist bei der Berechnung benutzt worden.

Wenn wir B bei 80° nehmen, so ist $T = 80$ und n ist

---

*) Dieselbe Formel ist auch für die Ausdehnung andrer Körper passend, wenn der Werth von n bekannt ist. Beim Wasser wird T von 4,33° gesetzt.

298, und wir haben $A\left(\frac{218+t}{218+x}\right)$ = dem Volumen bei t, wenn A das Volumen bei x ist.

Die Uebereinstimmung dieser Gleichung mit dem Versuche ist in der beigesetzten Tabelle gezeigt worden: sie stimmt am besten mit den höhern Angaben derselben überein.

In der letzten Gleichung, wenn $x = 80°$ so ist $A\left(\frac{218+t}{298}\right)$ = dem Volumen bei der Temperatur t, wenn A das Volumen bei 80° ist.

In jeder dieser Gleichungen muß t negativ seyn, wenn es —0° ist.

	Temperatur nach Reaumur	Umfang der Luft nach dem Experimente gefunden	Umfang der Luft nach der Gleichung $A\left(\frac{213,2+t}{213,2+x}\right)$	Umfang der Luft nach der Gleichung $A\left(\frac{218+t}{218+x}\right)$
	—18°	0,859375	0,860225	0,862431
Eispunct des Wassers	0°	1,000000	1,000000	1,000000
Siedepunct des Wassers	+80°	1,375000	1,375235	1,366973
	120°	1,557600	1,563790	1,550459
	160°	1,738900	1,751407	1,733945
	200°	1,918900	1,939024	1,917431
	240°	2,097600	2,125704	2,100917
Siedepunct des Quecksilbers	288°	2,312500	2,350844	2,321101

Diese Tafel zeigt die Ausdehnung der Luft, wie sie von Dulong und Petit beobachtet worden ist; sie fanden die Ausdehnung des Wasserstoffgases bei dem nämlichen Temperaturwechsel beinahe dieselbe. Dalton's Versuche geben fast innerhalb der Gränzen, worinnen sie liegen, dieselben Resultate; und Gay-Lussac fand, daß Luft, Aether und Wasserdampf sich bei gleichem Temperaturwechsel sich im gleichen Maaße ausdehnen; er fand die Ausdehnung bei 80° dieselbe, wie Dulong und

Petit. Nach Schmidt ist die Ausdehnung von 0° bis 80° =1,3574. Einige Versuche von Sir H. Davy zeigen, daß die Ausdehnung die nämliche ist, die Luft mag verdichtet oder verdünnt seyn.

Bei Anstellung der Versuche bei höheren Temperaturen, sollte man in Anschlag bringen, daß Glas eine beständige (permanent) Umfangsveränderung annimmt.

In der Tabelle ist 12° als die Normaltemperatur angenommen worden, weil diese von den meisten Chemikern als solche angenommen wird; und ist für unsern Zweck auch sehr schicklich, weil dieß die gewöhnliche Wärme in Wohnzimmern ist.

Sechste Tabelle.

Ueber die Spannkraft und das Gewicht des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen.

Temperatur R.	Gewalt des Dampfes in Zollen nach dem Barometer.	Temperatur R.	Gewalt des Dampfes in Zollen nach dem Barometer.	Temperatur R.	Gewalt des Dampfes in Zollen nach dem Barometer.
0°	0,18590	27°	1,3884	54°	7,5411
1	0,20024	28	1,4867	55	7,9781
2	0,21804	29	1,5914	56	8,4364
3	0,23599	30	1,7037	57	8,9170
4	0,25536	31	1,8210	58	9,4206
5	0,27610	32	1,9465	59	9,9480
6	0,29846	33	2,0809	60	10,500
7	0,32249	34	2,2214	61	11,077
8	0,34831	35	2,3725	62	11,681
9	0,37605	36	2,5306	63	12,312
10	0,40581	37	2,6988	64	12,971
11	0,43776	38	2,8788	65	13,658
12	0,47201	39	3,0667	66	14,376
13	0,50885	40	3,2666	67	15,124
14	0,54809	41	3,4780	68	15,737
15	0,58751	42	3,7100	69	16,724
16	0,63533	43	3,9374	70	17,559
17	0,68359	44	4,1865	71	18,438
18	0,76233	45	4,4495	72	19,352
19	0,79038	46	4,7267	73	20,300
20	0,84933	47	5,0188	74	21,295
21	0,91229	48	5,3268	75	22,306
22	0,97948	49	5,6510	76	23,367
23	1,0512	50	5,9701	77	24,465
24	1,1286	51	6,3299	78	25,603
25	1,2091	52	6,7082	79	26,781
26	1,2959	53	7,1084	80	28,000

Fortsetzung der sechsten Tabelle.

Temperatur R.	Gewalt des Dampfes nach dem Barometer.	Ueberschuß über den Druck der Luft in Pf. auf den □ Zoll.
80°	28,000	0,000
82	30,620	1,310
84	33,552	2,776
86	36,836	4,418
88	40,520	6,260
90	44,662	8,331
92	48,809	10,405
94	54,580	13,290
96	60,518	16,259
98	67,235	19,668
100	74,848	23,424
105	98,738	25,370
110	131,43	51,72
115	178,51	75,26
120	244,72	108,36
125	339,88	155,94
130	478,32	225,16
140	985,83	478,92
150	2144,6	1058,3
160	8928,7	4450,4

(Ich habe auch bei dieser Tabelle eine Reduction des Originals vorgenommen. Sie besteht nämlich im Originale aus 4 Spalten: 1. Temperatur; 2. Gewalt des Dampfes nach Quecksilberzollen; 3. nach Pfunden auf 1 □ Zoll; 4. Gewicht von 1 Cubikfuß Dampf. Die beiden letztern Spalten ließ ich hinweg; die erste, weil die Anzahl von Pf. so ziemlich genau die Hälfte der Quecksilberzolle beträgt; die letztere, weil mir die Angaben für die Praxis nicht nöthig schienen. Sollten aber dergleichen gebraucht werden, so können sie leicht berechnet werden. In der zweiten Tabelle ist nämlich das Gewicht eines Cubikfußes Wasserdunst bei 8° R. angegeben; die Ausdehnung desselben ist bei jedem Grad der Réaumur'schen Scala = 0,00468; also $G \pm 0{,}00468\, x = g$. G ist das Gewicht bei 8°; x die Anzahl Réaumur'scher Grade unter oder über 8°; g das Gewicht des Dampfes bei der gegebenen Temperatur. In der Fortsetzung dieser Tabelle giebt der engl. Verf. 7 Spalten: 1. Tem-

peratur; 2. Gewalt des Dampfes in Quecksilberzollen, 3. in Pf. auf 1 □ Zoll; 4. Ueberschuß über den Druck der Luft; 5. Gewicht eines Cubikfußes Dampf; 6. der Umfang des Dampfes mit dem des Wassers verglichen, dieses als Einheit gesetzt; 7. Höhe einer Wassersäule, äquivalent dem Ueberschusse über den gewöhnlichen Luftdruck. Aus obiger Angabe des verschiedenen Gewichtes des Wasserdampfes bei den verschiedenen Temperaturen, lassen sich sehr leicht die respectiven Umfangsverhältnisse gleicher Gewichte beberechnen, und da der Ueberschuß über den Druck der Luft schon in Pf. auf 1 □ Zoll angegeben ist, so schien mir die letztere unnöthig. Die hier gegebene, auf Réaumur'sche Grade reducirte Tabelle der Tension des Dampfes habe ich nach folgender, von Biot (Traité de Physique exp. et mathem. 1816. Tom. I. p. 273.) gegebenen Formel berechnet: $Fn = \log. 28 + an + bn^2 + cn^3$; die constanten Zahlen für a, b, c, fand ich für Réaumur'sche Grade

$$a = -0{,}0192176542$$
$$b = -0{,}000105361625$$
$$c = +0{,}00000006611666;$$

n ist die Zahl der Grade vom Siedepunct des Wassers aus, F die dieser Temperatur entsprechende Gewalt des Dampfes.

Der Uebers.)

Erklärung der Kupfer.

Erste Tafel.

Man sieht hier den Grundriß und den Durchschnitt eines runden Kochers zur Erzeugung von Dampf.

Fig. 1. zeigt den Grundriß des Feuerherdes und des Rauchfangs unter dem Kocher (Art. 97. wo die Verhältnisse angegeben sind). A die Thür des Herdes, B der Feuerherd selbst. Die punktirte Linie mit den Pfeilen zeigt den Zug ber Flamme und des Rauches, dieser geht in die Esse, wenn er den Schieber D passirt ist. Doppelte Mauern umgeben den Herd, um das Entweichen der Wärme zu verhüten, und es ist also weniger Feuermaterial nöthig, den Kocher zu heizen, wenn er erst in Wirksamkeit gesetzt ist.

Fig. 2. ist der Durchschnitt des Herdes und des Kochers, durch A C Fig. 1. gemacht. A die Thür des Herdes. B E der Aschenherd, welcher so tief, als es nur die Beschaffenheit der Lage zulassen mag, mit seiner Oeffnung F, welche nicht größer seyn darf, als Art. 91. angegeben ist. Dadurch soll der Zug hervorgebracht werden. Der Schlund des Feuerherdes bei K sollte nicht über 3 Zoll tief seyn. Auch hier sind die doppelten Mauern angedeutet. Der Kocher selbst ist oben von einer Kappe von dünnem Metall umgeben, und der so entstehende Zwischenraum ist mit gestoßener Kohle ausgefüllt. (Vergl. Art. 49.) G G sind Visir-Hähne; wenn der Kocher in gehöriger Arbeit ist, wird der eine von diesen Dampf, und der andere Wasser herauslassen. M ist das Mannloch (Man-hole) oder die Oeffnung zum Reinigen des Kochers. S die Dampfröhre, welche, um den Wärme-

verlust zu verhindern, gepanzert seyn muß; der Durchschnitt derselben wird nach der Regel im Art. 127. bestimmt. W ist die Röhre, durch welche Wasser zugeführt wird. H ein Draht, an welchem der Schwimmstein (stone float) an der Oberfläche des Wassers einen Hahn an der Röhre W öffnet, um frisches Wasser hereinzulassen, wenn solches nöthig ist. Dieser Schwimmstein sollte von Zinn seyn und gehörige Oberfläche haben, um seine Wirkung gewiß zu machen. O ist eine kleine Röhre, um Luft zuzulassen, im Fall, daß im Kocher ein luftleerer Raum entstanden wäre, oder um Dampf entweichen zu lassen, wenn er zu stark wirkt; sie wird nach der Regel Art. 103. eingerichtet; es würde besser seyn, dafür eine besondere Röhre anzubringen, anstatt sie mit der Röhre für frisches Wasser zu verbinden. Der Raum U, zwischen der Thür und dem Feuerherde wird mit Feuermaterial angefüllt, dieses wird vorwärts auf den Feuerheerd gestoßen, wenn schon die erste Lage brennt, und der Platz wird wieder gefüllt, so daß gerade die Thüre geschlossen werden kann. Dadurch wird alles Gas, welches etwa aus dem frischen Feuermaterial herausdestillirt, über die rothglühende Asche zu gehen gezwungen, wodurch alles verbrennt wird. Das Weitere sehe man Cap. V.

Zweite Tafel.

Die Figg. 3. und 4. zeigen den Grundriß und den Durchschnitt eines cylindrischen Kochers, mit seinem Feuerherde und Apparate.

Fig. 3. zeigt den Grundriß des Feuerherdes und des Zuges unter dem Kocher. Die Verhältnisse siehe Art. 97. Alle Buchstaben wie auf der ersten Tafel. F ist ein Vorstoß, welcher den Zug theilt; K die Esse.

Fip. 4. der Durchschnitt nach A und C in Fig. 3. A ist hier ein Schieber. L W der Apparat, um den Kocher mit Wasser zu versehen. N die Cisterne. L die Klappe, durch welche das Wasser einströmt. Die Regel für die Größe des Hahnes bei S, durch welche der Dampf abgeschnitten oder zugelassen werden kann, sehe man Art. 127. Ueber die Hülle, welche hier der Kocher hat, sehe man Kap. V.

Fig. 5. zur Erläuterung der Einrichtung der innern Sicherheitsklappe. Art. 102.

Fig. 6. zeigt eine Art das Mannloch zu bedecken; so daß es leicht geöffnet werden, und zugleich als ein Sicherheitsmittel wirken kann, wenn der Druck des Dampfes etwa den Kocher oder den Apparat in Gefahr setzen sollte. Art. 107.

Dritte Tafel.

Fig. 7. und 8. zeigt die einfachste und beste Methode die Dampfröhren mit einander zu verbinden. a a a a sind Bolzen mit Schrauben. S. Art. 124. und 125.

Fig. 9. ist ein umgekehrter Heber, durch welchen das Wasser, welches sich durch Verdichtung des Dampfes erzeugt hat, durch Verlängerung von Q in eine Gosse abläuft Um Luft aus den Röhren zu lassen, wenn Dampf hineintritt, dienet die kleine Röhre mit dem Hahne E, welcher selbst wirkend gemacht werden kann, wenn ein kleiner Hebel an den Hahn angebracht wird, an welchem Hebel eine an die Wand befestigte Schnur geknüpft wird. Dadurch wird der Hahn immer aufgehen, wenn die Röhren kalt sind, und nach und nach sich schließen, wenn sie die Temperatur des Dampfes annehmen. Vergl. 130 Art.

Fig. 10. ist eine Dampfklappe, wo der verdichtete Dampf abgelassen wird, so wie er sich verdichtet. Häuft sich das Wasser in der Büchse bis zu einem gewissen Punct an, so hebt sich dadurch der hohle kupferne Cylinder D, mit ihm die Klappe E, und das Wasser strömt aus; der Hahn S wird geöffnet, um Luft zuzulassen. Auch kann diese Vorrichtung selbst wirkend gemacht werden, wie oben beschrieben ist. S. Art. 131.

Fig. 11. zeigt eine Methode, die Kraft des Dampfes in den Röhren anzuwenden, um das condensirte Wasser zu einem höhern Stande steigen zu lassen. Die Klappe C wird beinahe so hoch angebracht, als das nämliche Volumen Wasser. In manchen Fällen kann sie nützlich seyn, wo man nicht genug Ableitung hat, um die vorhergehende Methode anzuwenden. S. Art. 132.

Fig. 12. Die Perspective eines Vorstoßes von Marmor oder Stein, um Röhren in Vorsälen, Treppen und Gallerien zu enthalten. Durch das offene Gitterwerk kann die Luft zutreten und sich erwärmen. Die Form kann freilich unendlich verändert werden; diese Figur soll uns zur Erläuterung der Art. 119. und 135. dienen. Bei jeder Erfindung zur Erwärmung der Luft sollte man das Aufsteigen der Wärme in vertikaler Richtung vermeiden; ihre Bewegung sollte immer entweder horizontal oder niederwärts gehen, um sie so viel als möglich auszubreiten. (Dieß ist aber nicht möglich, denn erwärmte Luft, welche nicht geleitet wird, geht immer gerade in die Höhe.)

Vierte Tafel.

Fig. 13. zeigt den Durchschnitt eines Gewächshauses für tropische Pflanzen. Die vordere Seite a b besteht aus Fenstern. Das Dach c b, wird von eisernen Stangen gehalten und ist so leicht als möglich, um so wenig als möglich die Sonnenstralen abzuschneiden. Der vordere und hintere Theil hat hohle Mauern. Die Mitte des Ofens nimmt ein Mistbeet ein, in welches die Pflanzen in ihren Kübeln eingesetzt werden. C ist der vordere Gang, B der hintere, D eine Stellage für Pflanzen in Scherbeln. G größere Töpfe, um Pflanzen an der hintern Wand hinauf zu ziehen. F zwei Dampfröhren an der hintern Seite des Mistbeetes, E drei Dampfröhren für die Vorderseite. Die Lüftung wird durch Luftzüge bewerkstelligt, durch welche kalte Luft zugelassen wird; die Luft tritt bei K ein, geht unter dem Fußboden in die Züge L L, und durch diese zu gleicher Zeit in alle Theile des Hauses, durch kleine Oeffnungen im Fußboden, da wo die Luftzüge sich enden, so daß das Gewächshaus sehr gleichmäßig erwärmt wird, da die Quantität durch einen Schieber regulirt werden kann. Der Ort K, wo die Luft einströmt, ist abgebrochen, um zu zeigen, daß er in jeder Entfernung vom Hause seyn kann; aber er muß im Schatten sich befinden, und vor Winden geschützt werden. Die heiße Luft im Sommer strömt durch die Ventilatoren F aus; diese können ge-

öffnet und verschlossen werden durch Schnuren oder Stäbe, welche an ihren Enden Haken haben. Die luftabführenden Züge gehen bei e oder d unter dem Giebel aus. Die Fenster des Daches und der Vorderseite sind alle ganz fest, und so genau schließend als möglich angenommen. Die Seiten sind auch mit Glase zu versehen, und alle einzelnen Flügel können aufgemacht werden; aber müssen auch beim Zumachen ganz luftdicht schließen.

Fig. 14. ist eine Abbildung der kupfernen Klappe der Herren Loddiges, um die Gewächshäuser mit Dampf zu versehen. Sie sind an den Röhren befestigt, und wenn die Kugel umgedreht wird, wie durch die punctirten Linien angezeigt ist, so ist die ganze Weite der Röhre offen, und das Haus ist in einem Augenblicke mit Dampf gefüllt, bringt auf den Pflanzen einen feinen Thau hervor, und erhöht ihre Temperatur.

Fig. 15. zeigt die Methode, welche ich befolgt habe, die Cylinder mit heißem Wasser aufzuhängen, um das Verhältniß der Abkühlung von ihren Oberflächen zu erfahren; CCC sind Faden von leicht gedrehter Baumwolle, welche an einer Fläche in beträchtlicher Höhe über dem Cylindee befestigt sind, und welche (Fläche) hier nicht mit angebracht worden ist. T ist die Thermometerröhre, deren Kugel im Cylinder sich befindet, nahe an der innern Oberfläche, wie durch die punctirten Linien bei A gezeigt worden ist. (S. Art. 42.)

Fünfte Tafel.

Fig. 16. zeigt den Durchschnitt eines Gewächshauses für Früchte südlicher Gewächse (Ananas, u. s. w.), wo B das Beet ist, welches im Mist oder andern Stoffen die Kübel aufzunehmen bestimmt ist, und einen Boden von flachen Steinen Schiefer oder Ziegelsteinen haben kann, um den Raum C unter demselben zu bilden; oder es kann ganz auf die gewöhnliche Weise gefüllt werden, ohne einen solchen Raum unter sich zu haben. Der Raum F, an der Hinterseite hin, ist für einen Gang bestimmt; und da Licht zu diesem Theile nicht wesentlich den Pflanzen nützt, während das Glas viel Wärme

fortführt, so ist der Vorschlag gemacht worden, ihn gut zu täfeln, oder mit Schiefer zu bedecken, und auch zu berohren, so daß eine Hole bleibt, und die Wärme fast unmerklich nur entweichen läßt. Die Vorder- und Hinterwände sind aus dem nämlichen Grunde hol gemacht. Die Dampfröhren S S, sind an der Vorder- und Hinterseite des Beetes hingelegt, so daß sie eine gleichförmige Wärme geben können: aber wo nur drei erforderlich sind, da ist es am besten, zwei an der Vorderwand und eine an der Hinterwand hinzulegen. Um im Sommer eine wirksamere Lüftung hervorzubringen, ist ein Luftzug unter dem Fußboden hin angebracht worden; die kalte Luft tritt bei A ein, und die Quantität wird durch einen Schieber D regulirt werden. Die warme Luft entweicht bei E: dieser Ausgang muß so eingerichtet werden, daß er sich genau verschließen läßt, wie es durch die punctirten Linien angedeutet worden ist. Im Winter müssen alle dergleichen Ausgänge, außer einer oder zwei, mit Stroh, oder auf andere Weise, genau und sorgfältig verschlossen werden. Die freie Circulation der Luft wird sehr durch den offenen Raum C befördert. S. Art. 159. bis 161. wo die Einrichtung und die Verhältnisse mehr im Detail angegeben sind.

Fig. 17. ist der Durchschnitt eines Pfirsich-Treibhauses, wo die Bäume A A nach dem Plane, an Gattern an den schiefen Wänden B B hinan gezogen werden. Diese Mauern sind hol, sowohl um Material zu ersparen, als um auch Wärmeverlust zu verhüten. Die Dampfröhren S S sind so angebracht, daß die erwärmte Luft über die Fläche der Bäume steigen kann. Die Luft tritt durch den Zug C an der Hinterwand ein, und geht in die untere Hole der Hinterwand, wie die punctirten Linien andeuten: dieser Zug muß einen Schieber haben, um die Zulassung der Luft zu reguliren; es ist die Einrichtung getroffen, daß die in das Haus eintretende Luft auf die Dampfröhren von hinten treffen, so daß zur Zeit des Treibens ein kleiner Luftwechsel durch die Hinterwand hervorgerufen werden kann; die eintretende Luft wird sodann erwärmt, so wie sie eintritt. D kann ein Schoppen seyn, welcher hinten an das Haus angebaut ist,

und nach Bequemlichkeit weiter oder enger gemacht werden kann. F F sind Fußtritte; E der obere Ventilator, durch welchen im Sommer die warme Luft ausströmt; er kann vermittelst eines Stabes mit einem Haken geöffnet und geschlossen werden. Die Grundsätze der Einrichtungen und Proportionen s. Art. 165. bis 167.

Sechste Tafel.

Fig. 18. ist der Querdurchschnitt, und Fig. 19. der Längen-Durchschnitt einer Trockenstube eines Waschhauses, welche zwei Träger enthält. Einer dieser Träger ist Fig. 19. ein wenig herausgezogen; wenn die Artikel abgenommen und neue aufgehangen werden sollen, so zieht man sie bei dem Handgriffe A bis an das andere Ende B heraus, welches die Oeffnung der Trocknenstube gerade ausfüllt; er bewegt sich auf zwei Rollen C C. Die Dampfröhre ist bei D eingeführt, und geht hin und her, wie man bei S S S sieht; und dann durch den Boden bei O O O, so daß sie die Luft erst erwärmen, ehe dieselbe in den Trockenraum einströmt. Die Luft wird am Boden eingelassen, und erwärmet, indem sie rund um die Röhren O O O, Fig. 18. herumgeht; und wenn sie mit Feuchtigkeit von den feuchten Artikeln beladen ist, so steigt sie durch die engen Räume bei a a, und endlich durch die Esse E. Die Ausgänge a a reichen über die ganze Länge des Closets und sind in der Mitte am engsten, und werden nach den Enden zu weiter. Die durchgehende Quantität Luft wird durch die Klappe F regulirt. Um die Temperatur der Luft und der zu trocknenden Artikel zu erhalten, sind die Dampfröhren S S S erforderlich. Die Dampfröhren müssen mit beiden, oder nur mit einem Ende auf vorstehenden Rollen ruhen. Damit durch diese Röhre kein Wärmeverlust entstehe, ist die Röhre bedeckt, wie bei D gezeigt ist.

Der große Vortheil dieser Einrichtung besteht darin, die Wärme nur auf die zu trocknenden Sachen zu beschränken; und folglich Brennmaterial zu ersparen; das Waschhaus frei vor dunstiger Luft und erstickender Wärme zu bewahren, und weniger Raum erforderlich zu machen. Die Grundsätze und Verhält-

nisse sind vollständig Kap. XI. und dieser besondere Fall Art. 200. abgehandelt.

Fig. 20. Das Holz, welches die äußere Thüre des Trockenraumes bildet; es ist in schmalen, nicht über 4 Zoll breiten Streifen geschnitten, und auf die angegebene Weise zusammengefügt. Wenn das Holz ausgewählt werden kann, daß die Jahresringe fast mit der Oberfläche des Holzes perpendiculär sind, wie es in der Figur zu sehen ist, so wird man finden, daß es sich nicht so leicht wirft.

Siebente Tafel.

Fig. 21. ist ein Grundriß der Portland-Kapelle, Cheltenham; und Figg. 22. 23. 24. sind Durchschnitte, um die zur Dampfheizung angenommene Einrichtung zu zeigen. Die Kapelle ist 62 Fuß lang, 25 Fuß 8 Zoll breit und 26 Fuß hoch. Der Kocher, welcher 24 Cubikfuß enthält, steht unter der Kapelle in einem an die Schule anstoßenden Raume, von wo aus eine Hauptröhre m (Fig. 23.) den Dampf zu den beiden langen Röhren S S, die auf jeder Seite der Kapelle liegen, hinführen. Diese beiden Röhren liegen nahe an der Wand und der Flur, gehen durch die Enden der Sitze, und theilen jedem Stuhle eine angenehme Wärme mit. Sie stehen mit zwei Piedestalen b b in Verbindung, welche am Fuße der Gallerietreppen nahe am Eingange der Kapelle sich befinden. Auch ist ein großes Piedestal, durch Dampf geheizt, auf dem Altarplatz unter der Kanzel P errichtet; und da er doppelt gemacht ist, so erwärmt er eine Quantität frischer Luft, welche zur Lüftung zwischen demselben einströmt. Das Feuer wird unter dem Kocher spät in der Sonntagsnacht angezündet, und langsam die ganze Nacht durch fortbrennen lassen; des Morgens etwa um 8 oder 9 Uhr wird ein helleres angemacht, der Dampf in die Röhren eingelassen, und auf diese Art eine angenehme Wärme in der Kapelle hervorgebracht, noch ehe die Kirche angeht; der Apparat wurde 1821 errichtet.

Die Anwendung und die Verhältnisse für Kirchen und Kapellen sind Kap. VII. Art. 137. erläutert. Wenn Kirchen

und ähnliche Räume durch warme Luft geheizt werden, so steigt alle erwärmte Luft nach der Decke, und ist folglich nicht wirksam, die Stühle zu heizen; aber durch kleine Dampfröhren kann jedem Stuhle eine gewisse Portion Wärme gegeben werden, so daß Luft und Holzwerk mit Wärme versehen wird, ohne die Luft zu stark zu erwärmen. Es giebt nichts verderblicheres, als an einem Platze zu seyn, wo alles, außer der Luft, kalt ist, denn alle andere Körper entziehen die Wärme schneller, als die Luft; und folglich tritt nie ein unangenehmes Frösteln ein. Die Unannehmlichkeit ein Feuer etwas eher in der Nacht anzuzünden, wird mehr als ins Gleichgewicht gesetzt durch den Nutzen, die Kapelle zu lüften; der Dampf wird in der Nacht in die Röhren gelassen, denn es ist wichtiger, den Platz von dunstiger Luft zu reinigen, als mehr Hitze während der Versammlung zu geben.

Achte Tafel.

Fig. 25. ist der Grundriß und Fig. 26. ein Längendurchschnitt einer Seidenfabrik, welche den Herren Shute u. Comp. zu London gehört, und zu Watford liegt. Dieses Haus wurde vorher mit 30 eisernen Oefen geheizt, mit Röhren für den Rauch, die durch die Fenster und durch das Dach hindurchgingen. Aber 1817 haben die Eigenthümer die Oefen abgeschaft, und durch die nemlichen Herren Bailey zu Holborn, welche jene Kapelle mit einem Dampfapparate versehen haben, einen desgleichen einrichten lassen, welcher, ohngeachtet des seit dieser Zeit fortwährenden Gebrauchs, doch noch keine Reparatur nöthig gemacht hat. B ist ein Kocher von geschmiedetem Eisen, enthält 38 Cubikfuß, ist in einem zu diesem Zwecke erbautem Herde eingemauert, und die Esse ist auf der Außenseite der Fabrik in die Höhe geführt. Die Hauptröhre A geht vom Kocher bis zur Decke des obersten Stockwerkes des Fabrikgebäudes; und von dieser geht auf den Fußboden jedes Stockwerkes ein Arm von gegossenem Eisen, S, ab, für die ganze Länge des Hauses; dieser hängt von der Decke herab, weil das Haus voller Maschinerien ist; jeder solcher Arm hat eine Klappe, um den

Zufluß des Dampfes zu reguliren, und einen Heber an der entgegengesetzten Seite. C ist eine kleine Röhre, welche das verdichtete Wasser aus den obern drei Stockwerken zu dem Kocher zurückführt; das Wasser, welches in der Dampfröhre des untern Stockwerkes sich ansammelt, wird zum Waschen und andern Zwecken verbraucht. Die Möglichkeit, eine gute Einrichtung zu treffen, war hier sehr beschränkt, da das Gebäude schon ausgebaut und voll von Maschinerien war. Aber doch sind die damit verbundenen Vortheile groß. 1. Eine große Verminderung der Feuerversicherung. 2. Die Abwesenheit alles Rauches, der Asche, des Dunstes u. dergl. m. was der Seide nach dem vorigen Plane sehr nachtheilig war. 3. Eine Ersparniß an Feuermaterial, und auch der Arbeit, um die Feuer zu erhalten. 4. Eine gleichförmige Wärme, anstatt der theilweisen von den Oefen, und ein regelmäßiges Zuströmen von frischer Luft, die an der Hauptröhre A sich erst etwas erwärmt. 5. Die Arbeit geht ohne Unterbrechung fort, und in einer angenehmen Temperatur. 6. Den Kindern springen im Winter nicht so sehr die Hände auf, auch sind Frostbeulen seltener, welches in einigem Maaße dem zugeschrieben worden, daß sie sich mit destillirtem Wasser die Hände waschen können (?). Dieß Gebäude ist 106 Fuß 4 Zoll lang, 233 breit: das oberste Stockwerk, 8 Fuß hoch, wird durch eine 3 Zoll starke Röhre erwärmet; das nächst niedere 8 Fuß 8 Zoll hoch, durch eine 4zollige, das nächste, 9 Fuß hoch, durch eine 4zollige, und das untere 9 Fuß hoch, durch eine 5zollige Röhre. Das Gebäude wird mit Wasser aus der Cisterne W versehen. Vergl. Art. 141.

Neunte Tafel.

Diese Tafel zeigt den Grundriß eines Dampfapparates in dem Garten eines Edelmannes in der Nähe von London; und ist ein Beispiel, wie der Dampf angewandt werden kann, um entfernte, und nicht mit einander zusammenhängende Gewächshäuser von allen Arten zu heizen.

Es sind zwei Kocher im Küchengarten eingerichtet, bei N,

entfernt vom Wohnhause. Jeder von denselben steht vermittelst Hähnen mit den Hauptröhren in Verbindung, so daß einer, oder alle beide zur nämlichen Zeit im Gebrauch seyn können.

Die Dimensionen der Häuser, welche durch dieselben geheizt werden, sind folgende:

	lang	breit
A, ein Blumenhaus, Conservatorium, an das Wohnhaus angebaut	67 Fuß	17 Fuß
B, ein gewöhnliches Gewächshaus	48 =	17 =
C und D, zwei Weingewächshäuser jedes	30 =	18 = 8 Z.
E u. F, zwei Gewächshäuser für südliche Gewächse: Gewächshaus	33 = 4 Z.	13 =
Fruchthaus .	33 = 5 =	13 = 6 =
G, ein kleines Weingewächshaus	17 =	17 =
H, ein Treibhaus	17 =	17 =
I, ein Pfirsichgewächshaus . . .	60 =	10 =
K, ein Erdbeergewächshaus . .	59 =	4 =

L, ein Beet für Pilze, und M ein Gewächshaus für Patato's, auf dem Pachthofe.

Dieser Dampfapparat wurde 1821 auch durch Bailey errichtet.

Die Wärme ist so gleichmäßig vertheilt, daß das Thermometer nicht zwei Grad Unterschied anzeigt, mag es nun an die Röhre nahe am Kocher, oder in einer Entfernung von 550 Fuß (engl.) angelegt werden. Die ganze Länge der Hauptröhre P. R. ist im Grundrisse nicht zu sehen, weil kein Raum da war; auch sind die Röhren viel stärker gezeichnet, als sie der wahren Proportion nach seyn sollten, damit sie mehr in die Augen fielen; und also geht hier viel mehr Raum für dieselben auf, als in der Wirklichkeit. Die Häuser lassen sich leicht mit Dampf füllen. Vergl. Art. 10 — 12. und Kap. IX.

Zehnte Tafel.

Die hier stehenden Figuren sind im Original Holzschnitte und sind an folgenden Stellen erläutert.

Fig.	28.	Art. 62.	S. 41.
=	29. 30.	= 75.	= 53.
=	31.	= 75.	= 54.
=	32.	= 76.	= 54.
=	33.	= 138.	= 109.
=	34.	= 145.	= 125.
=	35.	= 151. Note.	= 134.
=	36.	= 163.	= 146.
=	37.	Anhang.	= 170.
=	38.	=	= 172.
=	39.	=	= 174.
=	40.	=	= 175.
=	41.	=	= 179.

Gedruckt bei Georg Marct.

O
H
M
Fig. 2.
G
G
A
U
K
E
F
D
Fig. 1.
B
U
A
3 4 5 6 7 Fuss.

Fig. 6.

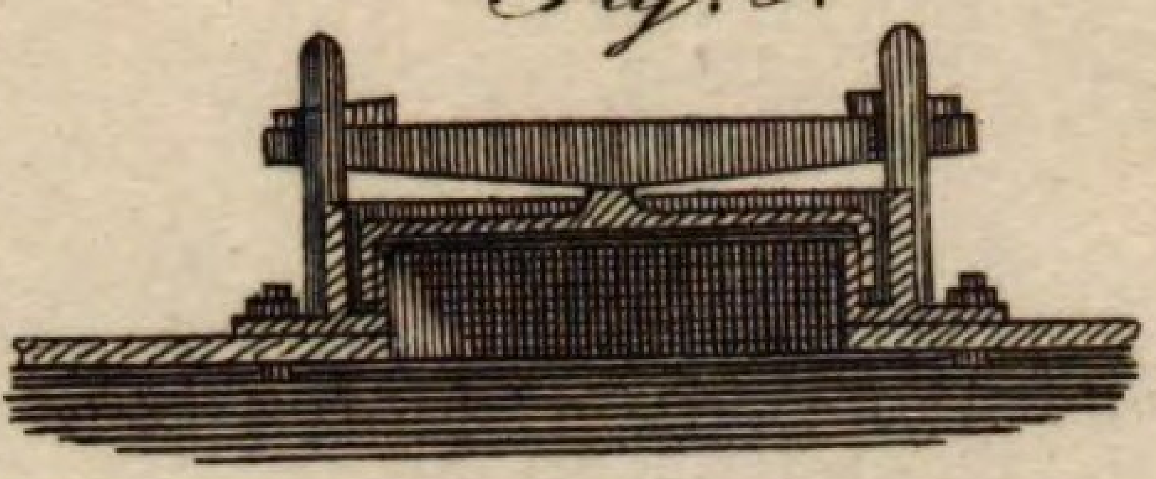
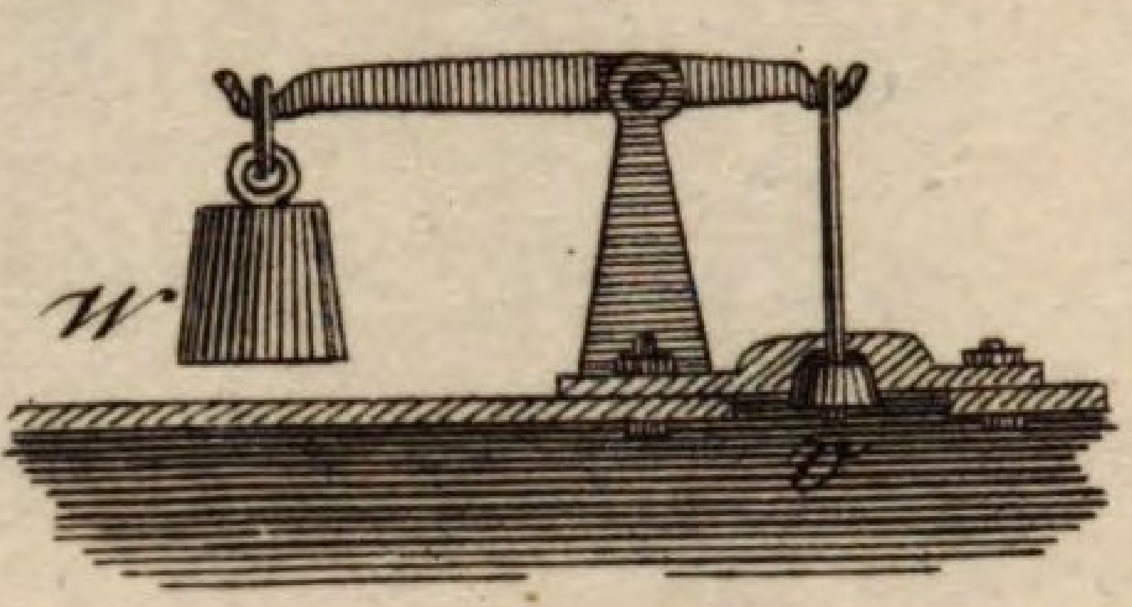


Fig. 7.



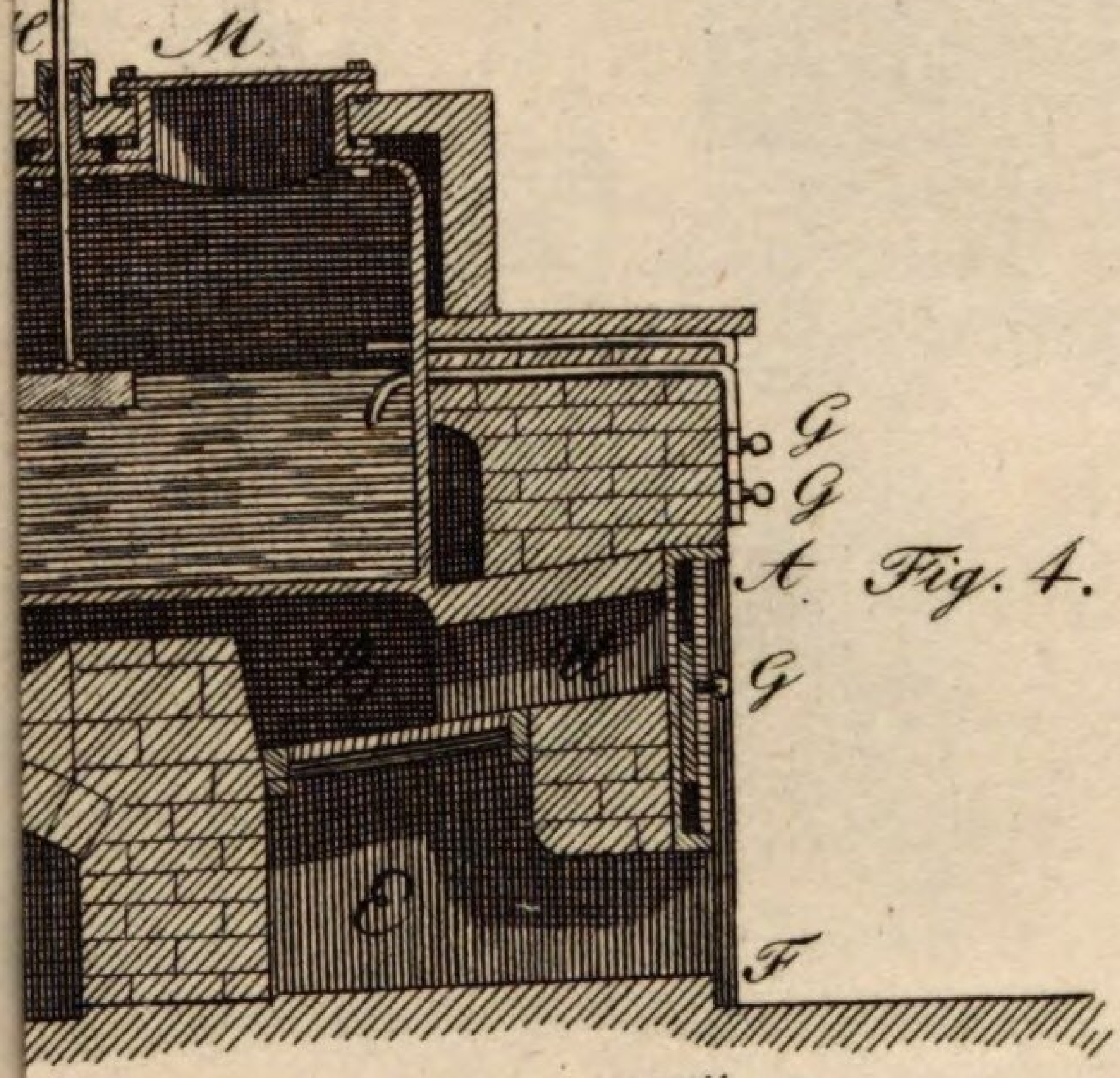


Fig. 4.

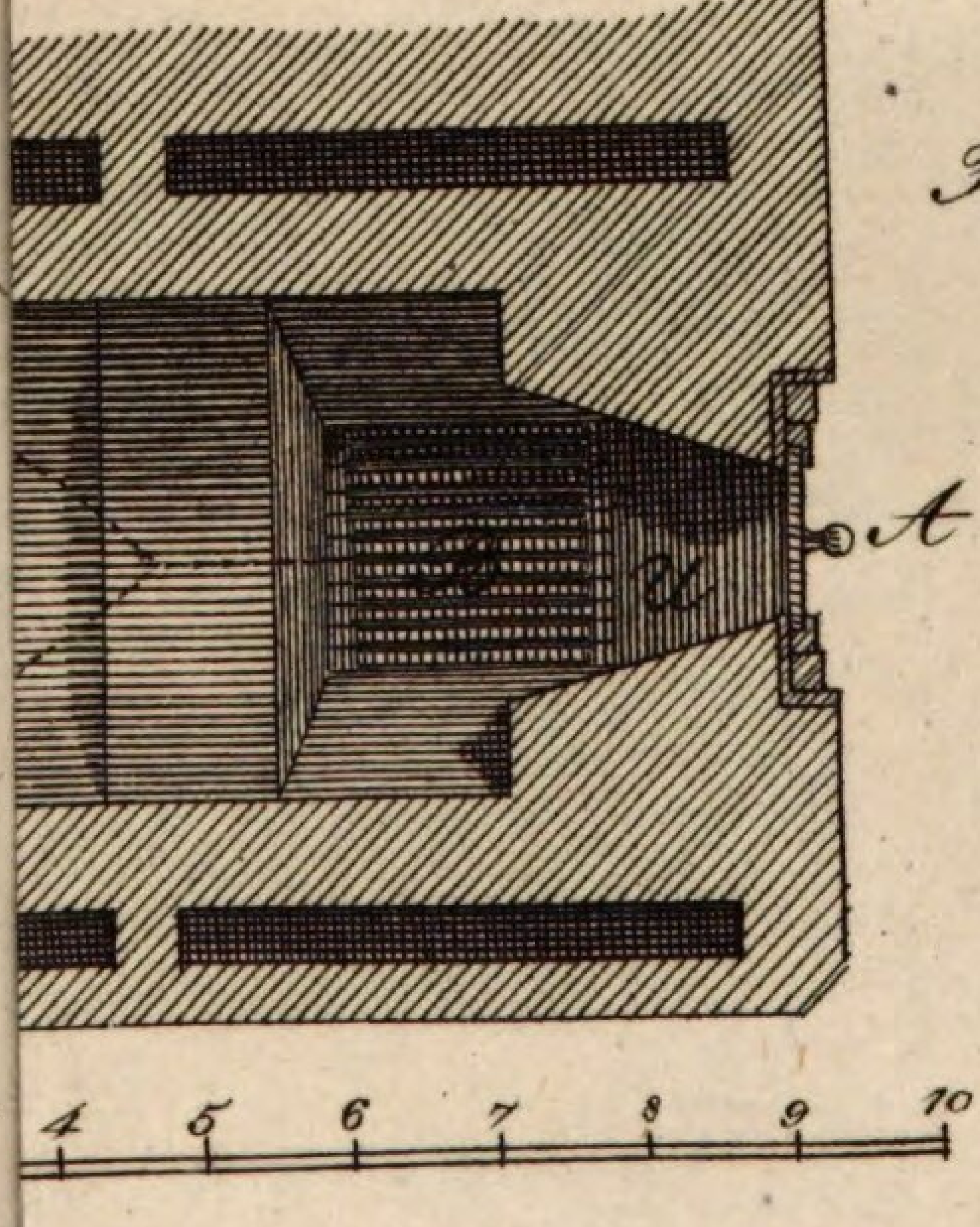


Fig. 3.

Fig. 8.

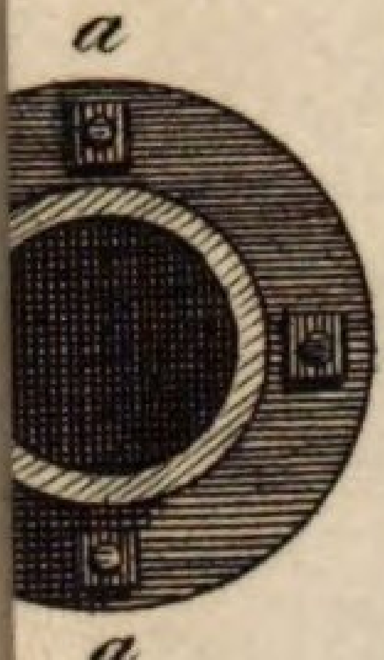


Fig. 7.

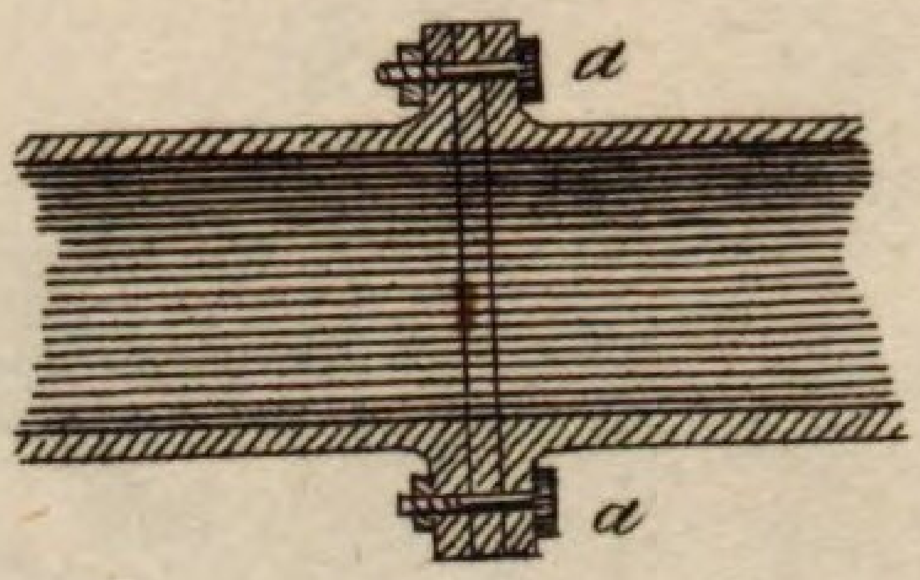


Fig. 10.

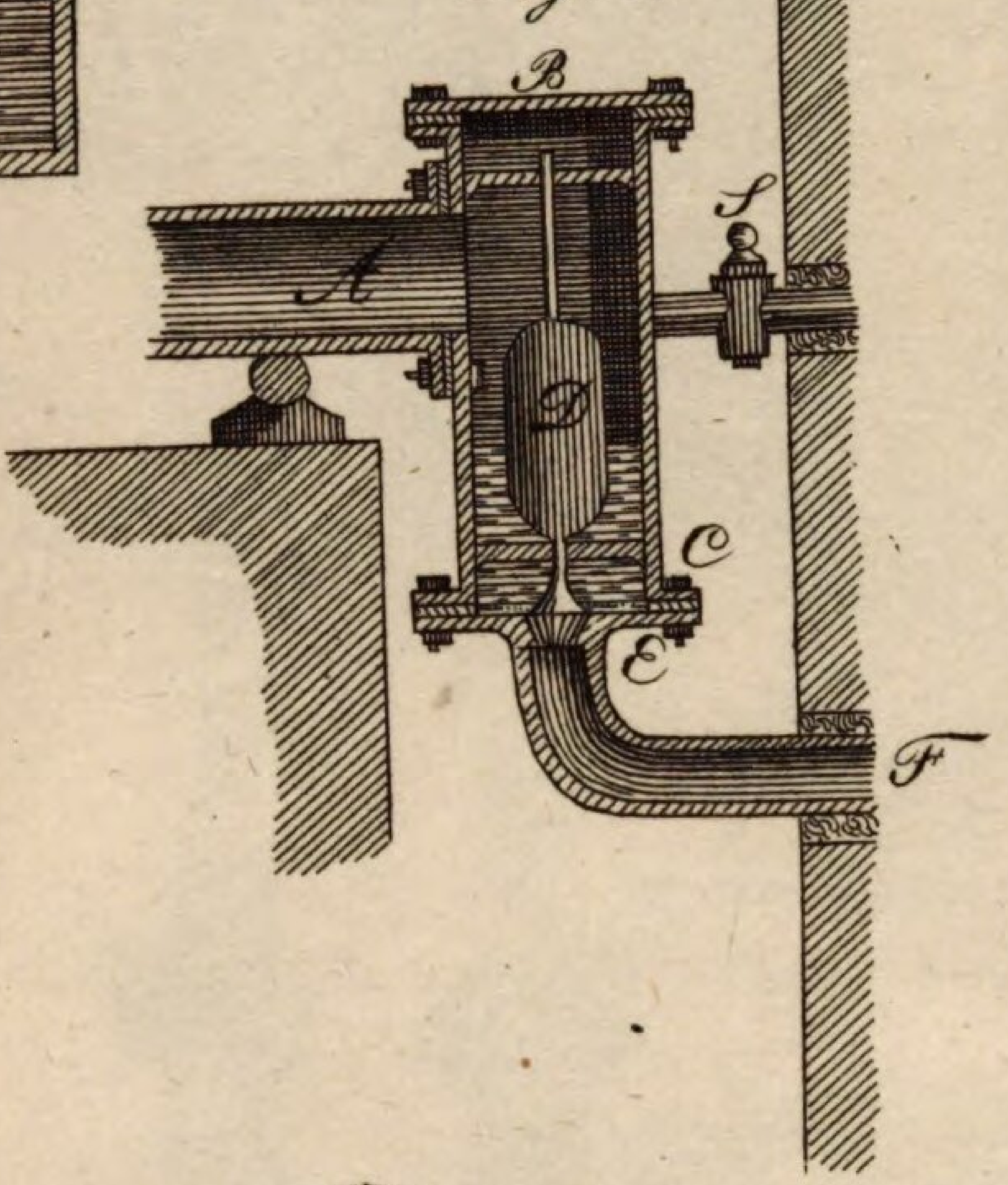


Fig. 12.

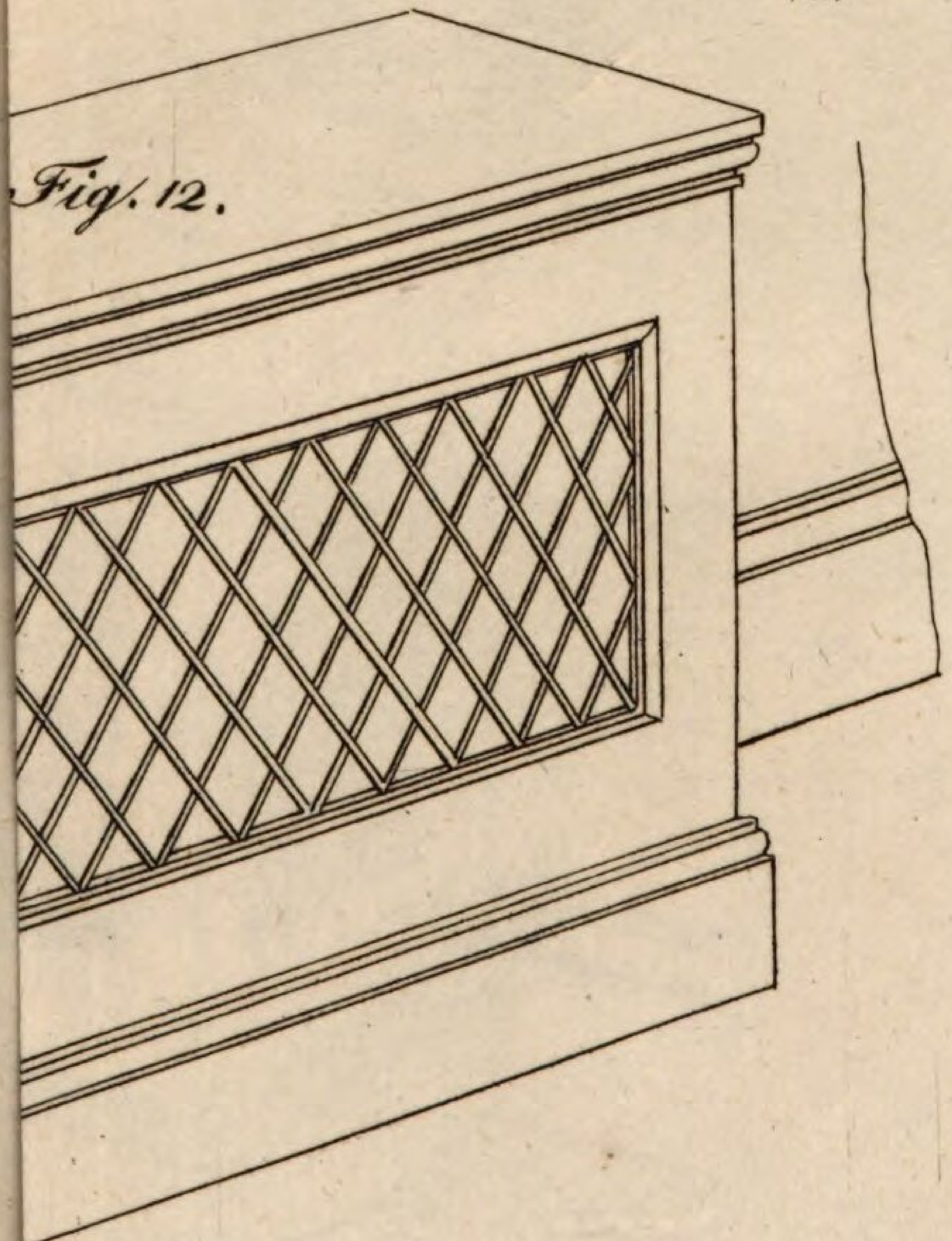


Fig. 23.

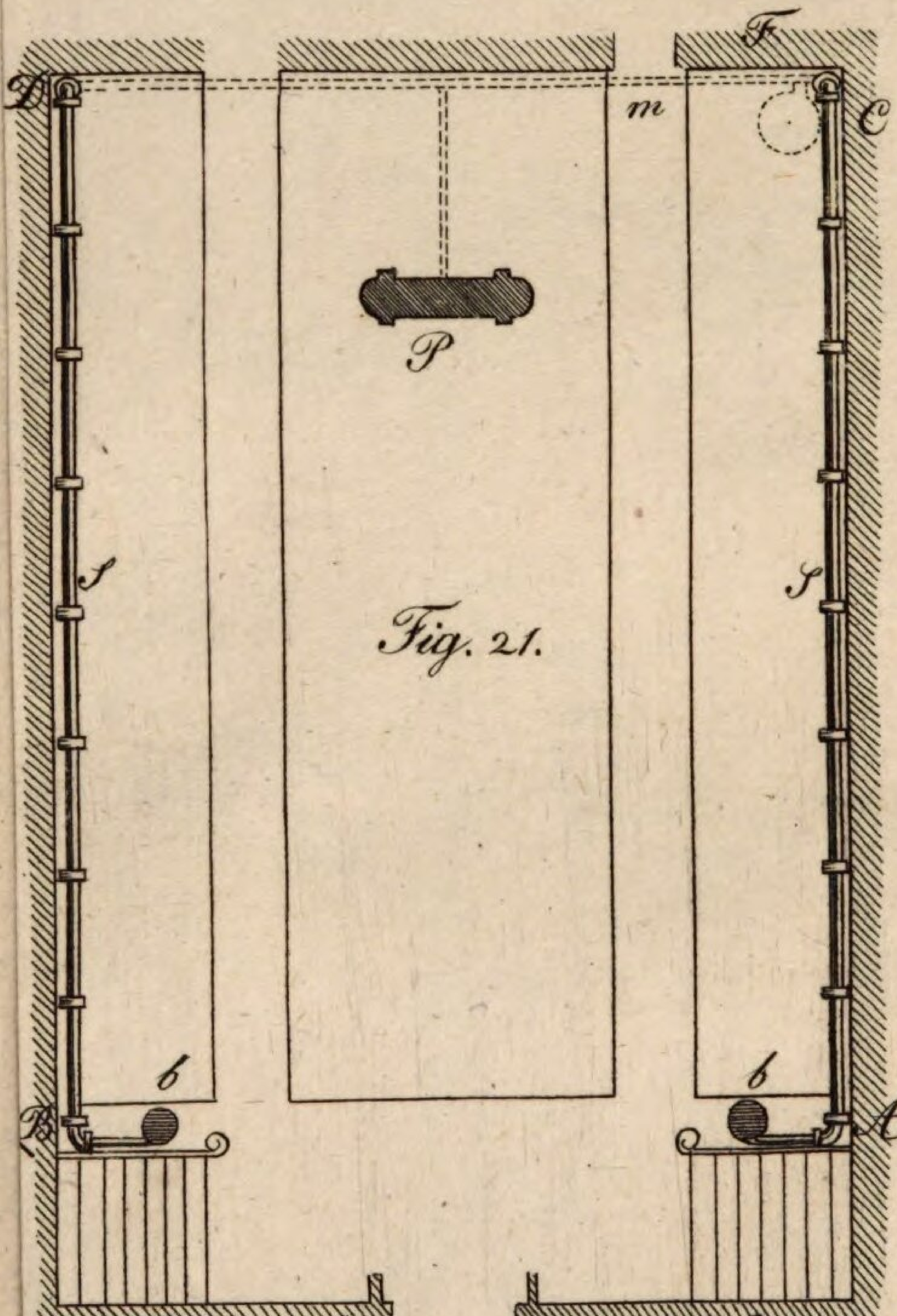


Fig. 21.

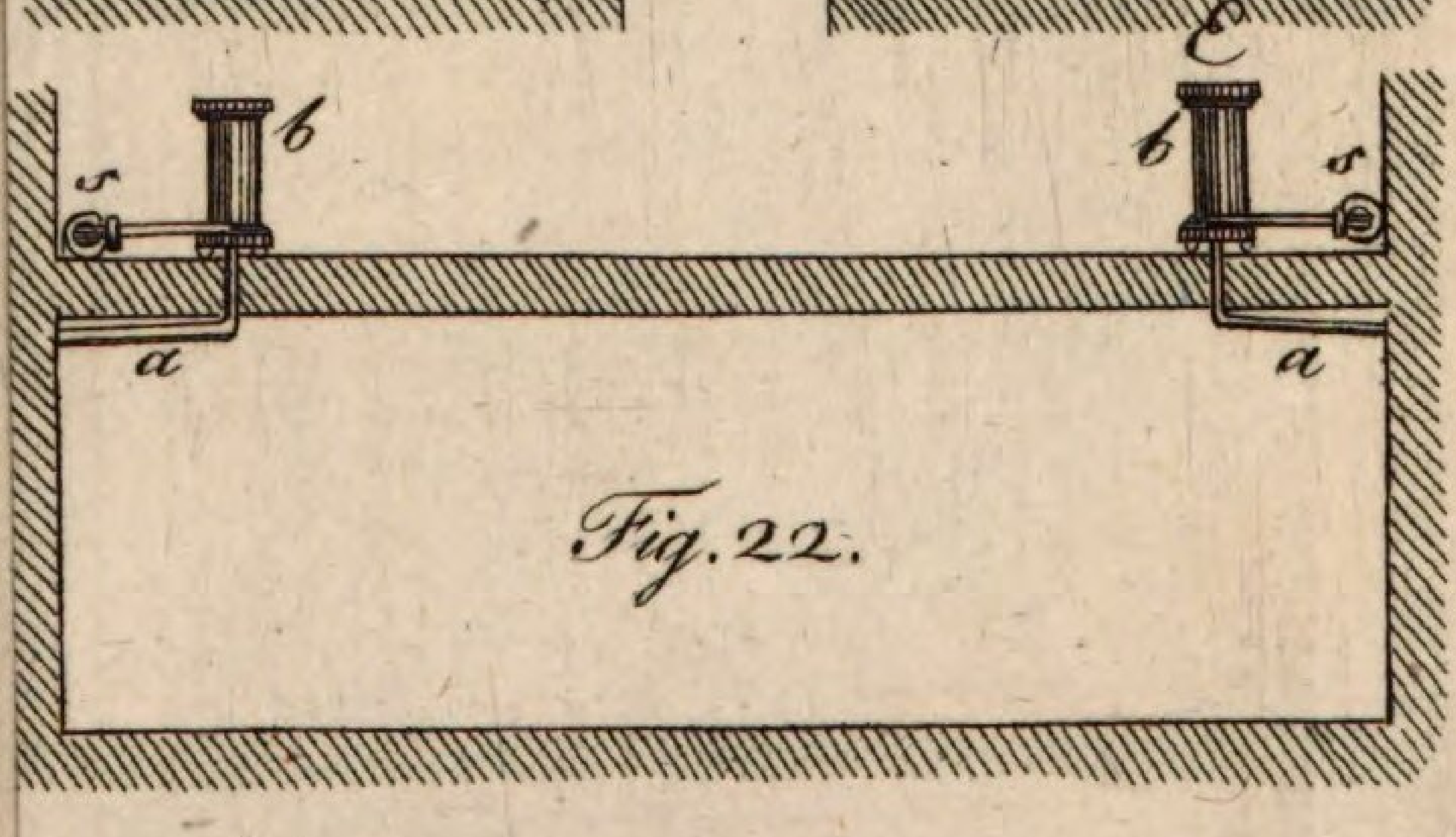
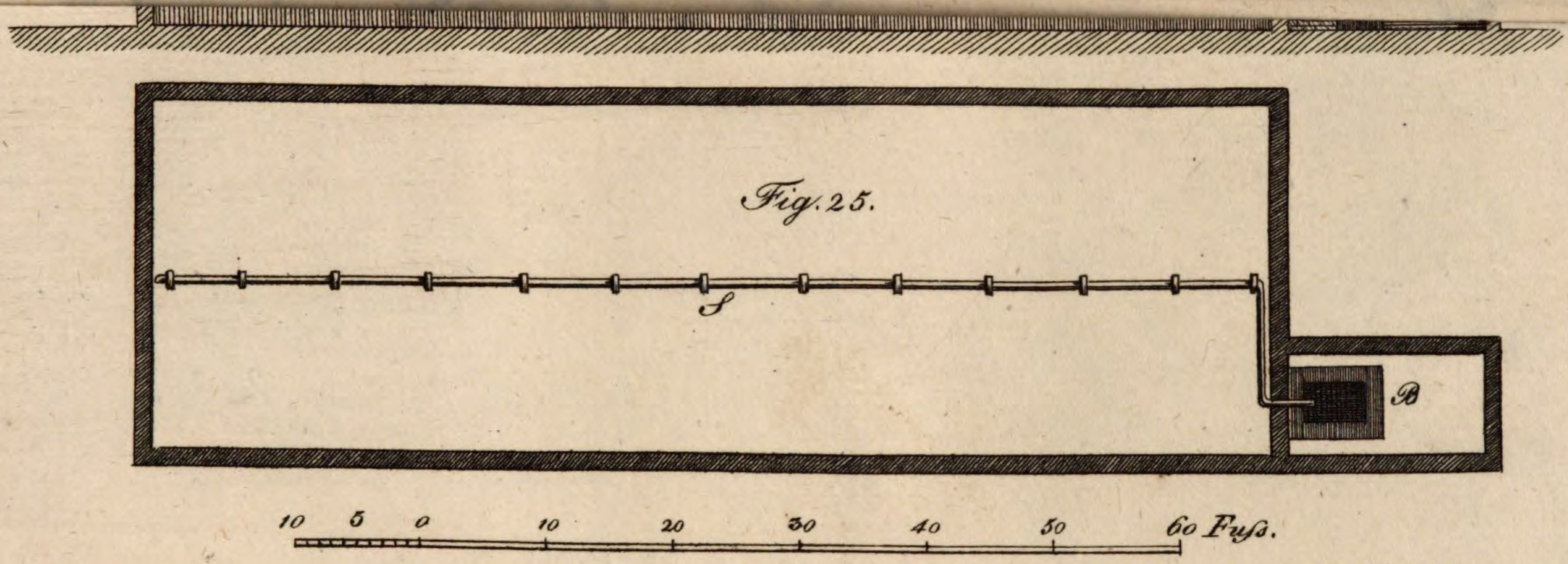
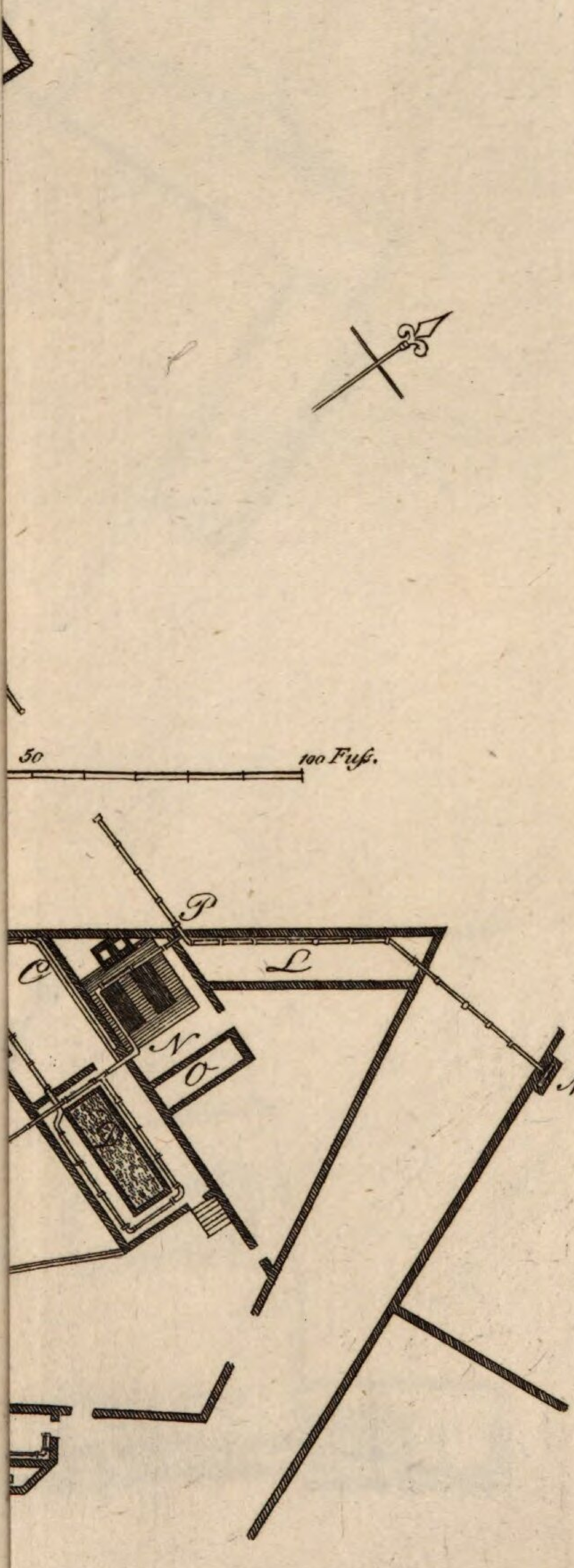


Fig. 22.

Fig. 25.




50
100 Fuß.
P
L
O
N
Q
M

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Tredgold, Thomas,

Thomas Tredgold's Grundsätze der Dampf-Heizung und der damit verbundenen Lü
ftung aller Arten von Gebäuden nach der zweiten englischen Originalausgabe
für Deutschland bearbeitet

Leipzig 1826

BHS V 156
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10709033-7